

Aus der Kinderklinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen - Nürnberg
Direktor: Professor Dr. med. A. Windorfer

Herzrhythmusstörungen während der Herzkatheteruntersuchung und Angiokardiographie bei Kindern mit acyanotischen angeborenen Herzfehlern

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
dem Fachbereich Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt von
Ellen Linda Ritzmann
aus Erlangen

Aus der Kinderklinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen - Nürnberg
Direktor: Professor Dr. med. A. Windorfer

Herzrhythmusstörungen während der Herzkatheteruntersuchung und Angiokardiographie bei Kindern mit acyanotischen angeborenen Herzfehlern

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
dem Fachbereich Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt von
Ellen Linda Ritzmann
aus Erlangen

Gedruckt mit Erlaubnis des Fachbereichs Medizin
der Universität Erlangen-Nürnberg

Dekan: Prof. Dr. E. Rügheimer

Referent: Prof. Dr. H. Gutheil

Korreferent: Prof. Dr. A. Windorfer

Tag der mündlichen Prüfung: 16. August 1976

Meinen lieben Eltern





Herrn Prof. Dr. med. H. Gutheil möchte ich
für die Überlassung des Themas und seine freundliche
Unterstützung danken.

Ebenso danke ich Herrn Dr. med. H. Singer für
seine vielen Anregungen und seine stete Hilfsbereit-
schaft.-



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546221_0069

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. Einleitung	1
II. Methodik	3
III. Untersuchungsergebnisse und Kasuistik	5
IV. Diskussion	23
A. Herzkatheteruntersuchung	
1. Häufigkeit der Herzfehler	29
2. Geschlechtswendigkeit	30
3. Alter zum Zeitpunkt der HKU	31
4. Herzrhythmusstörungen	33
5. HRST - Art des Herzfehlers	41
6. HRST - Alter der Kinder	45
7. HRST - Katheterstärke	49
8. HRST - Untersucher	50
9. HRST - Schweregrad des Herzfehlers	51
B. Angiokardiographien	
10. Komplikationen bei der AKG	54
11. Mortalität auf Grund der AKG	56
12. HRST - Ort der KMI	57
13. HRST - Technik der KMI	58
V. Zusammenfassung	62
VI. Literaturverzeichnis	64

I. EINLEITUNG

Die Anfänge der Herzkatheteruntersuchung liegen fast ein halbes Jahrhundert zurück. Im Jahre 1927 injizierten SICARD et al. erstmals intravenös Kontrastmittel beim Menschen und verfolgten auf dem Röntgenschirm dessen Abfluß in die rechte Herzhöhle. Zwei Jahre später führte FORSSMANN im Selbstversuch einen Katheter durch eine Armvene ins rechte Herz ein. Weitere Erkenntnisse über intravenöse Kontrastmittelinjektionen sammelten Forschergruppen um CASTELLANOS, GASUL und TAYLOR. Der Anwendungsbereich der neuen Untersuchungsmethode war in der damaligen Zeit noch relativ klein, da die Möglichkeiten zur Therapie sehr beschränkt waren.

Erst in den letzten 30 Jahren machte die Operationstechnik bei angeborenen und erworbenen Herzfehlern entscheidende Fortschritte. Meilensteine waren nach der Unterbindung des offenen Ductus Botalli (GROSS 1939) die Korrektur der Aortenisthmusstenose (CRAFOORD, NYLIN 1945, GROSS 1946), die Einführung der klassischen Operation bei Fallot Tetralogie durch BLALOCK und TAUSSIG (1945) und die erste Anwendung der Herzlungenmaschine (LILLEHEI 1955). Dadurch gewannen die Methoden zur präoperativen Diagnostik, besonders die Herzkatheterisierung, an Bedeutung. 1941 führten CURNAND et al. die Sondierung des Herzens als Standarduntersuchung ein.

Eine wesentliche technische Verbesserung erfuhr die Herzkatheterisierung durch die Einführung der selektiven Kontrastmittelinjektion (CHAVEZ et al. 1947); weiterentwickelt wurde dieses Verfahren durch JÖNSSON et al. (1949) und KJELLBERG et al. (1955). Weitere Fortschritte brachte die Katheterisierung des linken Herzens, die retrograd von der Aorta aus (ROUSTHÖI 1933, WILDER et al. 1957, PORSTMANN et al. 1959), durch direkte Punktion des linken Vorhofs oder Ventrikels (NUVOLI et al. 1936,

PONDSDOMENECH et al. 1951, BJÖRK et al. 1961) oder transseptal vom rechten Vorhof aus (COPE et al. 1959, BROCKENBROUGH et al. 1962) durchgeführt wird. Seitdem ist die Herzkatheterisierung mit anschließender Kontrastmittelinjektion eine weitverbreitete Untersuchungsmethode, da die Möglichkeiten zur näheren Diagnostik von Herzvitien sehr vielseitig sind (BAYER u. LOOGEN, KECK et al., NADAS, RUDOLPH):

- a) Mit Hilfe der röntgenologischen Kontrolle der Katheterlage kann die Herzformation beurteilt werden.
- b) Die Aufzeichnung und Messung intravasaler und intrakardialer Durckkurven gibt Auskunft über die Lage des Katheters und über das Ausmaß bestehender Stenosen.
- c) Die Entnahme von Blutproben zur Analyse der Sauerstoffsättigung, des -gehaltes oder des -druckes bringt Aufschluß über bestehende Shuntverbindungen und über deren Ausmaß.
- d) Mit Hilfe der Angiokardiographie werden die Hämodynamik, die Funktionsfähigkeit des Herzens und abnorme anatomische Verhältnisse dargestellt.
- e) Weitere Aufschlüsse über die Funktion des Herzens werden durch die Aufzeichnung des intrakardial aufgezeichneten EKG und Phonokardiogramms gewonnen.
- f) Palliative Eingriffe am Herzen können durchgeführt werden (z.B.: Atrioseptostomie bei Vorliegen einer Transposition der großen Arterien).

Während der Herzkatheteruntersuchung kommt es jedoch immer wieder zu Komplikationen. So liegen uns Berichte vor über: Venenspasmus und Abriß des Gefäßes, Verknotungen und Abriß des Katheters, Infektionen durch den Katheter, Verletzungen und Perforationen des Endo- und Myokards, Herzbeutel tamponaden, intramurale Kontrastmittelinjektionen, Luftembolien, allergische Reaktionen auf das Kontrastmittel, Venenthrombosen, pulmonale und zerebrale Embolien (BAYER und LOOGEN,

BRAUNWALD und SWAN, CHENG, HILBISH et al., KROVETZ et al., RUDOLPH, STAMPBACH, TUUTERI et al., VENABLES et al., VESTER-MARK, WENNEVOLD et al., WESSELHOEFT et al.). Als häufigste und wichtigste Komplikation (GOLDMAN et al., RAVIN et al., ZIMDAHL et al.) wurden Herzrhythmusstörungen beschrieben; mit ihnen beschäftigt sich die vorliegende Arbeit.

II. METHODIK

1. Krankengut: In den Jahren 1971 bis einschließlich 1973 wurden in der Kardiologischen Abteilung der Universitäts-Kinderklinik Erlangen 941 Herzkatheteruntersuchungen durchgeführt. Die vorliegende Arbeit über Herzrhythmusstörungen beruht auf 482 Herzkatheteruntersuchungen an Kindern mit acyanotischen angeborenen Herzfehlern in dem genannten Zeitraum. Folgende Diagnosen wurden erhoben:

- | | |
|---|----------------|
| 1.) Kein Herzfehler nachweisbar | (63 Kinder) |
| 2.) Vorhofseptumdefekt | (116 Kinder) |
| 3.) Ventrikelseptumdefekt | (211 Kinder) |
| 4.) Persistierender Ductus art. BOTALLI | (58 Kinder) |
| 5.) Kompl. und inkompl. AV-Kanal | (20 Kinder) |
| 6.) Partielle Lungenvenentransposition | (14 Kinder) |

(In einer gesonderten Darstellung wird über aufgetretene Herzrhythmusstörungen bei den verbleibenden 459 Herzkatheteruntersuchungen berichtet. Es handelte sich dabei um Kinder mit Aorten- oder Pulmonalstenosen, Fallot-Symptomenkomplex, Transposition der großen Gefäße, hypoplastischem Links- oder Rechts-herz, seltener Herzfehlbildung und um Kinder nach Palliativ- oder korrigierender Operation).

2. Untersuchungsbedingungen: Wir führten im allgemeinen die Untersuchung am wachen, sedierten Kind durch, nur während der Angiokardiographie wurde eine Barbiturat-Kurznarkose gegeben. Zur Prämedikation wurde Somnifen, Atosil und Atropin verabreicht, zur Kurznarkose Trapanal in einer Dosierung von 2 bis 3 mg/kg Körpergewicht i.v. Vor der Freilegung des arteriellen oder venösen Zugangs verabreichten wir zur Lokalanästhesie Scandicain ohne Suprareninzusatz.

Die Herzkatheterisierung wurde mit endständig verschlossenen USCI-Angiokardiographie-Kathetern der Stärken 5 bis 7 (F) Ch. mit 5 Seitenlöchern durchgeführt. Die indirekte Druckregistrierung erfolgte mit einem Stathamelement, gleichzeitig wurden fortlaufend oxymetrische Messungen durchgeführt. Auf zwei Monitoren wurde die Ableitung II des EKG kontinuierlich aufgezeichnet.

Die Herzkatheterisierung wurde von einem Arzt durchgeführt, ein zweiter Arzt überwachte das Kind - vor allem in Hinblick auf auftretende Herzrhythmusstörungen - und führte die Kurz- narkose durch.

3. Untersuchungsmaterial: Traten während der Katheterisierung erhebliche Herzrhythmusstörungen auf, so wurden sie auf Anordnung des Überwachers schriftlich aufgezeichnet, bis sich das EKG wieder normalisierte. Kurzfristige Herzrhythmusstörungen, die wegen ihrer geringen Auswirkung auf den Ablauf der Katheterisierung unbedeutend waren, vor allem also ventrikuläre Extrasystolen, wurden nicht registriert. An Rhythmusstörungen, die die Hämodynamik erheblich veränderten und sich auf die Untersuchung auswirkten, wurden im wesentlichen erfaßt: Sinustachykardien (Herzfrequenz über 180 Schlägen/min), Vorhofflattern oder -flimmern, Kammertachykardien (über zehn ventrikuläre Extrasystolen in Salve), Kammerflattern oder -flimmern, supraventrikuläre Tachykardien, absolute Arrhyth-

mien, Sinusbradykardien, atrioventrikuläre Überleitungsstörungen, av-Dissoziationen und Herzstillstand.

Traten während einer Katheterisierung mehrere Rhythmusstörungen auf, so wurde in der vorliegenden Untersuchung die schwerwiegendste bei der Auswertung berücksichtigt.

Neben der genauen Auswertung des Katheterprotokolls und der mitgeschriebenen Druckkurven, erfaßten wir folgende Daten und überprüften die Frage, welche der genannten Faktoren einen Zusammenhang mit der Häufigkeit und dem Schweregrad der aufgetretenen Herzhrythmusstörungen vermuten lassen: Alter des Patienten zum Zeitpunkt der Untersuchung, Art des Herzfehlers, Schweregrad der hämodynamischen Belastung, Erfahrung des Untersuchers, Stärke des verwendeten Katheters, die Technik der durchgeführten Angiokardiographien. Auch achteten wir darauf, ob bestimmte Herzhrythmusstörungen bevorzugt während der Sondierung bestimmter Herz- und Gefäßabschnitte auftraten.

III. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

1. Ergebnisse bei Kindern ohne nachweisbarem Herzfehler (o. H-F)

In dem Berichtszeitraum wurden 63 Kinder, die lediglich durch ein Herzgeräusch aufgefallen waren, zur Abklärung einer Herzkatheteruntersuchung (HKU) unterzogen, bei der jedoch kein pathologischer Befund erhoben wurde. Zwei Kinder zeigten Nebenbefunde: bei einem Kind wurden Bronchiektasen festgestellt, bei einem anderen eine Gefäßsektasie der Vena jugularis.

29 Kinder waren weiblich, 34 männlich. Fast alle Patienten waren zum Zeitpunkt der HKU älter als ein Jahr. Nur zwei Kinder wurden im Alter zwischen zwei und sechs Monaten untersucht, 21 Kinder waren zwei bis sechs, weitere 21 Kinder sieben bis zehn und 19 Kinder über zehn Jahre alt.

Herzrhythmusstörungen (HRST) sahen wir insgesamt bei 14 Kindern (22 %). Es handelte sich dabei, der Häufigkeit des Auftretens nach, um: Kammertachykardien (5 Kinder), supraventrikuläre Tachykardien (2 Kinder), absolute Arrhythmien (2 Kinder), Sinusbradykardien (2 Kinder), av-Dissoziationen (2 Kinder) und Coronarsinusrhythmus (1 Kind).

Die Häufigkeit und die Art der aufgetretenen HRST in den jeweiligen Altersgruppen zeigt Tabelle 1. Während der HKU der beiden Säuglinge traten keine HRST auf. Bei den Kindern im Alter zwischen zwei und sechs Jahren sahen wir dreimal EKG-Veränderungen. Sieben der Kinder im Alter zwischen sieben und zehn Jahren und vier der Patienten, die zum Zeitpunkt der HKU über zehn Jahre alt waren, zeigten HRST.

Tab. 1: Herzrhythmusstörungen - Alter der Patienten

	2-6 Mon.	2-6 Jahre	7-10 Jahre	über 10 Jahre	Summe
supraventr. Tachykardie	-	1	-	1	2
Kammer- tachykardie	-	-	3	2	5
Coronarsinus- rhythmus	-	-	1	-	1
absol. Arrhythmie	-	1	1	-	2
Sinus- bradykardie	-	-	1	1	2
av- Dissoziation	-	1	1	-	2
Pat. mit HRST	-	3	7	4	14
Pat. ohne HRST	2	18	14	15	49

Tabelle 2 zeigt die Häufigkeit von HRST bei Untersuchungen, die von verschiedenen Ärzten durchgeführt wurden. Untersucher I katheterisierte neun Kinder, vier Kinder zeigten Veränderungen

des Herzrhythmus. Von 22 Patienten , die von Untersucher 3 einer HKU unterzogen worden waren, bekamen fünf HRST. Während der 20 HKU, die von Untersucher 4 vorgenommen worden waren, kam es bei zwei Kindern zum Auftreten von HRST. Die restlichen zwölf Patienten wurden von verschiedenen Ärzten untersucht, drei der betroffenen Kinder zeigten HRST.

Tab. 2: Herzrhythmusstörungen - Untersucher

	Untersucher				Summe
	1	3	4	NN	
suprav. Tachykardie	1	1	-	-	2
Kammertachykardie	1	4	-	-	5
Coronarsinusrhythmus	-	-	-	-	1
absolute Arrhythmie	1	-	-	1	2
Sinusbradykardie	-	-	2	-	2
av-Dissoziation	1	-	-	1	2
Patienten mit HRST	4	5	2	3	14
Patienten ohne HRST	5	17	18	9	49

Zur HKU wurden Katheter der Stärken 4, 5 und 6 Charrière verwendet. Keine HRST traten bei den drei Kindern auf, die mit einem Katheter von 4 Ch. untersucht worden waren; einmal eine Kammertachykardie und einmal eine absolute Arrhythmie beobachteten wir während der 13 HKU mit einem Katheter von 5 Ch. Alle übrigen HRST, die während der HKU von Kindern ohne Vitien auftraten, sahen wir bei Verwendung eines Katheters von 6 Ch.

2. Ergebnisse bei Kindern mit Vorhofseptumdefekt

Unter den 941 Patienten befanden sich 116 Kinder (12 %), bei denen ein Vorhofseptumdefekt (ASD) diagnostiziert wurde.

45 Kinder mit einem ASD waren männlich (39 %), 71 weiblich. Kein Kind war unter einem Monat alt. Es wurden sieben Patienten im Alter von zwei bis sechs, sechs Patienten im Alter von sieben bis zwölf Monaten untersucht. Zwei bis sechs Jahre alt waren zum Zeitpunkt der HKU 37 Kinder, sieben bis zehn Jahre alt 44 Kinder. 22 Katheterisierungen wurden bei Patienten im Alter von über zehn Jahren vorgenommen.

HRST entwickelten während der HKU 29 Kinder (25 %); wir konnten der Häufigkeit nach beobachten: Kammertachykardien (11 Kinder), av-Block (5 Kinder), Sinusbradykardie (4 Kinder) und bei je zwei Kindern supraventrikuläre Tachykardie, Vorhofflattern oder -flimmern, Coronarsinusrhythmus, Knotenrhythmus. Bei einem Kinder sahen wir vorübergehend Kammerflattern.

Die Häufigkeit der aufgetretenen HRST innerhalb der Altersgruppen ist in Tabelle 3 dargestellt.

Tab. 3: Herzrhythmusstörungen - Alter der Patienten

	2-6 Mon.	7-12 Mon.	2-6 Jahre	7-10 Jahre	über 10 Jahre	Summe
supraventr. Tachykardie	-	-	2	-	-	2
Vorhof- flattern	1	-	1	-	-	2
Kammer- tachykardie	2	1	3	4	1	11
Kammer- flattern	1	-	-	-	-	1
Coronarsinus- rhythmus	-	-	1	-	1	2
Knoten- rhythmus	-	-	-	2	-	2
Sinus- bradykardie	-	-	-	4	-	4
av-Block I ^o , II ^o	1	-	2	1	1	5
Pat. mit HRST	5	1	9	11	3	29
Pat. ohne HRST	2	5	28	33	19	87

Tabelle 4 zeigt das Auftreten von HRST bei verschiedenen Untersuchern. Untersucher 1 katheterisierte 31 Kinder mit einem ASD (8 Kinder zeigten HRST), Untersucher 2 acht (3 Kinder mit HRST), Untersucher 3 unterzog 33 Patienten einer HKU (10 Kinder mit HRST), Untersucher 4 27 Kinder (5 Kinder mit HRST). 17 Patienten wurden von verschiedenen Ärzten untersucht (3 Kinder mit HRST).

Tab. 4: Herzrhythmusstörungen - Untersucher

	Untersucher					Summe
	1	2	3	4	NN	
supraventr. Tachykardie	-	-	2	-	-	2
Vorhofflattern	1	-	-	1	-	2
Kammertachykardie	6	-	2	2	1	11
Kammerflattern	-	1	-	-	-	1
Coronarsinus- rhythmus	-	-	2	-	-	2
Knotenrhythmus	-	-	2	-	-	2
Sinusbradykardie	-	1	2	1	-	4
av-Block I ^o , II ^o	1	1	-	1	2	5
Patienten mit HRST	8	3	10	5	3	29
Patienten ohne HRST	23	5	23	22	14	87

Die Häufigkeit von HRST bei Verwendung von Kathetern verschiedener Stärke zeigt Tabelle 5. Zwei Kinder wurden mit einem Katheter von 4 Ch., 42 mit einem Katheter von 5 Ch. und 72 mit einem Katheter von 6 Ch. untersucht.

Tab. 5: Herzrhythmusstörungen - Katheterstärke

	Katheterstärke			Summe
	4 Ch.	5 Ch.	6 Ch.	
suprav. Tachykardie	-	1	1	2
Vorhofflattern	-	2	-	2
Kammertachykardie	-	5	6	11
Kammerflattern	-	1	-	1
Coronarsinusrhythmus	-	-	2	2
Knotenrhythmus	-	1	1	2
Sinusbradykardie	1	1	2	4
av-Block I ^o , II ^o	-	2	3	5
Patienten mit HRST	1	18	21	40
Patienten ohne HRST	1	24	51	76

Tab. 6: Herzrhythmusstörungen - Größe der Shuntverbindung

	Shunt (% des Kleinkreislaufvolumens)			Summe
	unter 30 %	31-60 %	über 60 %	
suprav. Tachykardie	-	2	-	2
Vorhofflattern	1	-	1	2
Kammertachykardie	1	7	3	11
Coronarsinusrhythmus	1	1	-	2
Knotenrhythmus	1	1	-	2
Sinusbradykardie	3	1	-	4
av-Block I ^o , II ^o	3	2	-	5
Patienten mit HRST	10	14	4	28
Patienten ohne HRST	39	33	14	86

Bei 114 Kindern mit einem ASD konnten wir die Größe des Shunt mit Hilfe der Formel: $\text{Li-Re-Shunt} = \frac{\text{SO}_2\text{PA} - \text{SO}_2 \text{ (GVR)}}{\text{SO}_2\text{PV} - \text{SO}_2 \text{ (GVR)}}$ in Prozent des Kleinkreislaufvolumens ermitteln. Den gemischt-venösen Rückfluß (GVR) berechneten wir dabei nach der Formel: $\text{GVR} = \frac{2 \times \text{SO}_2\text{VCI} + 1 \times \text{SO}_2\text{VCS}}{3}$. 49 Patienten wiesen einen Shunt von unter 30 % des Kleinkreislaufvolumens auf, 47 Patienten einen Shunt zwischen 31 und 60 % und 28 einen Shunt von über 61 %. Tabelle 6 zeigt das Auftreten von HRST in Abhängigkeit von der Shuntgröße.

Tab. 7: Herzrhythmusstörungen - Druckbelastung des rechten Ventrikels.

	Druck im rechten Ventrikel (% des Druckes im linken Ventrikel)			Summe
	unter 50 %	51-75 %	über 75 %	
suprav. Tachykardie	1	1	-	2
Vorhofflattern	2	-	-	2
Kammertachykardie	6	3	-	9
Kammerflattern	-	-	1	1
Coronarsinusrhythmus	2	-	-	2
Knotenrhythmus	1	-	-	1
Sinusbradykardie	4	-	-	4
av-Block I ^o , II ^o	3	-	-	3
Patienten mit HRST	19	4	1	24
Patienten ohne HRST	80	6	-	86

Bei 110 Patienten mit ASD konnte die Druckbelastung des rechten Ventrikels im Vergleich zum Druck im linken Ventrikel ermittelt werden. Der Druck im rechten Ventrikel lag bei 99 Kindern unter dem Wert von 50 % des Druckes im linken Ventrikel, bei zehn Kindern lag er zwischen 51 und 75 %, nur bei einem Kind wurde ein noch höherer Wert ermittelt. Tabelle 7 zeigt die Häufigkeit von HRST in Abhängigkeit von der Druckbelastung des rechten Ventrikels.

3. Ergebnisse bei Kindern mit Ventrikelseptumdefekt

Im Berichtszeitraum wurden 211 Kinder mit einem Ventrikelseptumdefekt (VSD) mit dem Herzkatheter untersucht. (Darunter befanden sich fünf Kinder, bei denen die Funktion einer Bänder-Operation überprüft wurde und sechs Kinder mit einer Eisenmenger-Physiologie).

109 Patienten waren männlich, 102 weiblich. Zum Zeitpunkt der HKU waren drei Säuglinge unter einem, 29 zwischen zwei und sechs und 15 zwischen sieben und zwölf Monaten alt. Zwei bis sechs Jahre alt waren 63 Kinder. 60 Kinder wurden im Alter zwischen sieben und sechs, 41 Kinder im Alter von über sieben Jahren untersucht.

Wir beobachteten bei 52 Kindern mit einem VSD HRST (25 %). Sechs Kinder zeigten eine supraventrikuläre Tachykardie, 15 eine Kammertachykardie und ein Kind Kammerflattern. Weiter fanden wir an HRST: Knotenrhythmus (2 Patienten), absolute Arrhythmie (6 Patienten), Sinusbradykardie (6 Patienten), av-Block I^o und II^o (8 Patienten) und av-Dissoziation (8 Patienten).

In Tabelle 8 sind die aufgetretenen HRST bei Kindern verschiedenen Alters dargestellt. Bei den 32 Kindern, die unter einem halben Jahr alt waren, sahen wir während sieben Untersuchungen HRST. Drei der 15 Patienten im Alter zwischen sieben und zwölf Monaten, 13 der 63 Patienten im Alter zwischen zwei und sechs Jahren und 15 der 60 Patienten im Alter zwischen sieben und zehn Jahren entwickelten HRST. Bei den 41 Kindern, die älter als zehn Jahre alt waren, sahen wir bei 14 HKU EKG-Veränderungen.

Welche HRST bei den einzelnen Untersuchern auftraten, ist aus Tabelle 9 ersichtlich. Untersucher 1 katheterisierte 54 Patienten (bei 13 Patienten kam es zu HRST), Untersucher 2 31 (9 Patienten mit HRST), Untersucher 3 60 (15 Patienten mit HRST)

Tab. 8: Herzrhythmusstörungen - Alter der Patienten

	unter 1 Mon.	2-6 Mon.	7-12 Mon.	2-6 Jahre	7-10 Jahre	über 10 Jahre	Summe
supraventr. Tachykardie	-	2	-	3	1	-	6
Kammer- tachykardie	-	1	-	4	5	5	15
Kammer- flattern	1	-	-	-	-	-	1
Knoten- rhythmus	-	-	-	-	1	1	2
absolute Arrhythmie	-	-	-	1	2	3	6
Sinusbrady- kardie	-	-	1	-	2	3	6
av-Block I ^o , II ^o	-	1	2	2	3	-	8
av- Dissoziation	-	2	-	3	1	2	8
Pat. mit HRST	1	6	3	13	15	14	52
Pat. ohne HRST	2	23	12	50	45	27	159

Tab. 9: Herzrhythmusstörungen - Untersucher

	Untersucher					Summe
	1	2	3	4	NN	
suprav. Tachykardie	1	2	2	1	-	6
Kammertachykardie	3	4	4	4	-	15
Kammerflattern	1	-	-	-	-	1
Knotenrhythmus	-	1	1	-	-	2
absolute Arrhythmie	4	1	1	-	-	6
Sinusbradykardie	-	-	2	3	1	6
av-Block I ^o , II ^o	2	1	2	3	-	8
av-Dissoziation	2	-	3	-	1	6
Patienten mit HRST	13	9	15	11	2	50
Patienten ohne HRST	41	22	45	35	14	157

und Untersucher 4 46 (11 Patienten mit HRST). 16 Kinder wurden von Ärzten untersucht, die nur selten eine HKU vornahmen (2 Patienten mit HRST).

91 Kinder wurden mit einem Katheter der Stärke 5 Ch. untersucht, 22 aus dieser Gruppe zeigten EKG-Veränderungen wie supraventrikuläre Tachykardie (3 Kinder), Kammertachykardie (7 Kinder), Kammerflattern (1 Kind), absolute Arrhythmie (1 Kind), Sinusbradykardie (2 Kinder), av-Block I^o, II^o (1 Kind), av-Dissoziation (4 Kinder). Von den elf Patienten, bei denen ein Katheter mit 6 Ch. verwendet wurde, bekamen 30 HRST: supraventrikuläre Tachykardie (3 Kinder), Kammertachykardie (8 Kinder), Knotenrhythmus (2 Kinder), absolute Arrhythmie (5 Kinder), Sinusbradykardie (4 Kinder), av-Block (4 Kinder) und av-Dissoziation (4 Kinder).

Tab. 10: Herzrhythmusstörungen - Größe der Shuntverbindung

	Shunt (% des Kleinkreislaufvolumens)			
	unter 30 %	31-60 %	über 60 %	Summe
suprav. Tachykardie	1	2	3	6
Kammertachykardie	6	7	2	15
Knotenrhythmus	2	-	-	2
absolute Arrhythmie	3	1	2	6
Sinusbradykardie	4	1	-	5
av-Block I ^o , II ^o	4	3	1	8
av-Dissoziation	3	1	1	5
Patienten mit HRST	23	15	9	47
Patienten ohne HRST	83	53	19	155

Von 202 angemessen dokumentierten Kindern mit einem VSD wiesen 106 einen Shunt auf Ventrikelebene von unter 30 % des Kleinkreis-

laufvolumens (23 Patienten zeigten HRST), 68 einen Shunt zwischen 31 und 60 % (15 Patienten mit HRST) und 28 einen Shunt über 60 % des Kleinkreislaufvolumens auf (9 Patienten mit HRST). Tabelle 10 zeigt die Häufigkeit von HRST bei Kindern mit verschiedenem Shuntvolumen.

Wir konnten bei 205 Kindern die Druckerhöhung im rechten Ventrikel (pRV) in Prozent des Druckes im linken Ventrikel (pLV) ermitteln. Bei 117 Patienten fanden wir einen Druck von unter 50 % (26 Patienten bekamen HRST), bei 29 einen Druck zwischen 51 und 75 % (6 Patienten mit HRST) und bei 59 Kindern einen Druck, der über 75 % des Druckes im linken Ventrikel betrug (19 Patienten mit HRST). Tabelle 11 veranschaulicht dieses Ergebnis.

Tab. 11: Herzrhythmusstörungen - Druckbelastung des rechten Ventrikels.

	pRV (% pLV)			
	unter 50 %	51-75 %	über 75 %	Summe
suprav. Tachykardie	3	1	2	6
Kammertachykardie	7	2	6	15
Kammerflattern	-	-	1	1
Knotenrhythmus	-	-	2	2
absolute Arrhythmie	2	1	3	6
Sinusbradykardie	6	-	-	6
av-Block I ^o , II ^o	5	1	2	8
av-Dissoziation	3	1	3	7
Patienten mit HRST	26	6	19	51
Patienten ohne HRST	91	23	40	154

4. Ergebnisse bei Kindern mit einem persistierenden Ductus arteriosus

Bei 58 Kindern wurde in dem Berichtszeitraum ein persistierender Ductus arteriosus BOTALLI (PDA) diagnostiziert (6 %). Ein Kind zeigte eine EISENMENGER-Physiologie; ein Kind mit einem Aortopulmonalen Fenster mit einem ASD und Rechtsaortenbogen zählten wir zum Krankheitsbild des PDA, da die Hämodynamik dieses Herzfehlers der eines PDA weitgehend entspricht.

24 Kindern waren männlich, 34 weiblich (59 %). Zum Zeitpunkt der HKU waren drei Säuglinge unter einem Monat, fünf zwischen zwei und sechs Monaten und drei zwischen sieben und zwölf Monaten alt. 26 Kinder mit einem PDA wurden im Alter von zwei bis sieben Jahren, 16 Kinder im Alter zwischen sieben und zehn Jahren und fünf im Alter von über zehn Jahren untersucht.

HRST traten nur während acht HKU auf (14 %). Wir konnten bei drei Kindern eine supraventrikuläre Tachykardie, bei weiteren drei Kindern eine Kammertachykardie und bei je einem Kind eine Sinusbradykardie und einen av-Block beobachten.

Bei den Patienten im Alter bis zu einem Jahr sahen wir keine HRST. Drei der Kinder, die zwischen zwei und sechs Jahren alt waren (je ein Kind: supraventrikuläre Tachykardie, Sinusbradykardie, av-Block) und vier der Kinder im Alter zwischen sieben und zehn Jahren (ein Patient: supraventrikuläre Tachykardie, drei Patienten: Kammertachykardie) zeigten HRST. Bei einem der fünf Kinder, die über zehn Jahre alt waren, beobachteten wir eine supraventrikuläre Tachykardie.

Von Untersucher 1 wurden 18 HKU durchgeführt (es kam bei drei Kindern zu HRST: Kammertachykardie, Sinusbradykardie und av-Block), Untersucher 2 katheterisierte vier Kinder (ein Kind entwickelte eine supraventrikuläre Tachykardie), Untersucher 3 24 (bei zwei Kindern trat kurzfristig eine Kammertachykardie auf) und Untersucher 4 zehn Kinder (zwei Kinder zeigten eine supra-

ventrikuläre Tachykardie. Keines der beiden Kinder, die von anderen Ärzten untersucht worden waren, entwickelte HRST.

Ein Kind wurde mit einem Katheter von 4 Ch. untersucht ;es kam zu keiner HRST. Bei 34 Kindern wurde ein Katheter von 5 Ch. verwendet; es trat in zwei Fällen eine supraventrikuläre Tachykardie und in einem Fall eine Sinusbradykardie auf. Bei den 23 Kindern, die mit einem Katheter von 6 Ch. untersucht worden waren, beobachteten wir eine supraventrikuläre Tachykardie, dreimal eine Kammertachykardie und einen av-Block.

Bei 26 Kindern ermittelten wir einen Shunt von unter 30 %, bei 17 Patienten einen Shunt zwischen 31 und 60 % und bei 14 Patienten einen Shunt von über 60 % des Kleinkreislaufvolumens. Der Druck im rechten Ventrikel (pRV) betrug bei 38 Kindern unter 50 %, bei 5 Kindern zwischen 51 und 75 % und bei 14 Kindern über 75 % des Druckes im linken Ventrikel (pLV). Tabelle 12 zeigt die Häufigkeit von HRST in Abhängigkeit von der Größe des Shuntvolumens und des Ausmasses der Druckerhöhung im rechten Ventrikel.

Tab.12: Herzrhythmusstörungen - Shuntgröße; Herzrhythmusstörungen - Druck im rechten Ventrikel.

	Shunt (% Kl.)			pRV (% pLV)			Summe
	unter 30 %	31-60 %	über 60 %	unter 50 %	51-75%	über 75 %	
supraventr. Tachykardie	2	1	-	3	-	-	3
Kammer- tachykardie	2	1	-	3	-	-	3
Sinusbrady- kardie	1	-	-	1	-	-	1
av-Block	-	-	1	-	-	-	1
Pat. mit HRST	5	2	1	7	-	1	8
Pat. ohne HRST	21	15	13	31	5	13	49

5. Ergebnisse bei Kindern mit komplettem und inkomplettem AV-Kanal.

In den Jahren 1971 bis einschließlich 1973 wurden 13 Kinder mit inkomplettem und sieben Kinder mit komplettem AV-Kanal katheterisiert. Das entspricht einer Häufigkeit von 2 % dieses Herzfehlers.

13 Patienten waren weiblich, 7 männlich. Ein Säugling wurde im Alter von unter einem Monat, zwei im Alter zwischen zwei und sechs Monaten und weitere zwei im Alter zwischen sieben und zwölf Monaten untersucht. Zwölf Kinder kamen im Alter von zwei bis sechs Jahren zur HKU. Zwei Kinder waren zwischen sieben und zehn Jahre, ein Kind über zehn Jahre alt.

HRST konnten wir bei fünf Kindern mit einem AV-Kanal beobachten: supraventrikuläre Tachykardie (1 Kind war sechs Monate, ein anderes drei Jahre alt), Kammertachykardie (ein Kind im Alter von 12 Monaten), Sinusbradykardie (1 Kind, unter einem Monat alt) und absolute Arrhythmie (1 Patient, 4 Jahre alt).

Untersucher 1 katheterisierte neun Kinder (4 Patienten mit HRST), Untersucher 2 zwei Kinder, Untersucher 3 sechs Kinder und Untersucher 4 drei Kinder (1 Kind mit HRST). Bei 14 Kindern wurde ein Katheter der Stärke 5 Ch. verwendet (4 Patienten bekamen HRST), bei den restlichen sechs Kindern wurde der größere Katheter verwendet, dabei kam es bei einem Patienten zu EKG-Veränderungen.

Wir ermittelten bei sechs Patienten einen Shunt von unter 30 % (je ein Patient bekam während der HKU eine supraventrikuläre Tachykardie, eine Sinusbradykardie und eine absolute Arrhythmie), bei zehn Patienten einen Shunt zwischen 31 bis 60 % (1 Patient mit Kammertachykardie) und bei vier Patienten einen Shunt über 60 % des Kleinkreislaufvolumens (1 Patient mit supraventrikulärer Tachykardie).

Der Druck im rechten Ventrikel lag bei sieben Kindern unter 50 % (von diesen Kindern bekam ein Kind eine supraventrikuläre Tachykardie), bei zwei Kindern zwischen 51 und 75 % und bei 10 Kindern über 75 % (je ein Kind entwickelte während der HKU eine Kammertachykardie, eine Sinusbradykardie und eine absolute Arrhythmie) des Druckes im linken Ventrikel.

6. Ergebnisse bei Kindern mit partieller Lungenvenentransposition

Im Berichtszeitraum wurden 14 Kinder mit partieller Lungenvenentransposition (pLuVTr) einer HKU unterzogen. Von diesen Kindern waren sieben männlich und sieben weiblich. Zwei Kinder wurden im Alter von sieben bis zwölf Monaten, sechs im Alter von zwei bis sechs Jahren, drei im Alter von sieben bis zehn Jahren, weitere drei Kinder im Alter von über zehn Jahren untersucht.

Während der HKU der Kinder mit pLuVTr sahen wir eine supraventrikuläre Tachykardie (Alter des Kindes: 5 Jahre), einen Knotenrhythmus (Alter: 12 Jahre), eine absolute Arrhythmie (Alter: 5 Jahre), zwei av-Blöcke I^O, II^O (beide Kinder waren sechs Jahre alt) und eine av-Dissoziation (Alter: 8 Jahre).

Von Arzt 1 wurden fünf Kinder (1 Kind mit HRST), von Arzt 2 drei Patienten (2 Kinder mit HRST), von Arzt 3 fünf Kinder (3 Patienten mit HRST) untersucht. Die HRST traten nur bei Verwendung des stärkeren Katheters von 6 Ch. auf.

Bei drei Kindern lag der Shunt unter 30 % (eines dieser Kinder zeigte eine absolute Arrhythmie vorübergehend), bei neun Kindern zwischen 31 und 60 % (1 Kind bekam eine supraventrikuläre Tachykardie, zwei einen av-Block, eines eine av-Dissoziation) und bei zwei Kindern über 60 % (ein Kind zeigte einen Knotenrhythmus) des Kleinkreislaufvolumens.

Das Ausmaß der Druckbelastung des rechten Ventrikels konnten wir bei 12 Kindern ermitteln: der Druck im rechten Ventrikel lag un-

ter 50 % des Druckes im linken Ventrikel. Bei diesen Kindern sahen wir in je einem Fall: supraventrikuläre Tachykardie, Knotenrhythmus, absolute Arrhythmie und av-Block.

7. Ergebnisse der Angiokardiographien

Die Häufigkeit von Kontrastmittelinjektionen (KMI) bei den einzelnen Herzfehlern zeigt die Tabelle 13. Auf zwei Herzkatheteruntersuchungen (HKU) entfielen durchschnittlich drei Angiokardiographien (AKG). Dabei wurden bei den Kindern ohne nachweisbaren Herzfehler pro Kind durchschnittlich nur ein AKG angefertigt, bei den Kindern mit Ventrikelseptumdefekt (VSD) 1,4 , bei den Kindern mit persistierendem Ductus arteriosus (PDA) durchschnittlich 1,3 AKG. Die Häufigkeit von AKG bei den übrigen Kindern liegt etwas höher: bei den Kindern mit partieller Lungenvenentransposition (pLVTr) wurden durchschnittlich 1,6 KMI durchgeführt, bei den Kindern mit Vorhofseptumdefekt (ASD) 1,8 und bei den Kindern mit komplettem und inkomplettem AV-Kanal (AV-K) 1,9 Kontrastmittelinjektionen.

Tab. 13: Häufigkeit der Kontrastmittelinjektionen

	ohne Herz-F.	ASD	VSD	PDA	AV-K	pLVTr
Anzahl der Patienten	63	116	211	58	20	14
Anzahl der Angiokard.	64	207	291	73	38	23
Zahl der AKG/Kind	1	1,8	1,4	1,3	1,9	1,6

Der Ort der KMI bei den einzelnen Herzfehlern ist in Tabelle 14 wiedergegeben. 99 % aller KMI erfolgten intrakardial, nur in einem Prozent der AKG wurde intravaskulär injiziert.

Tab. 14: Ort der Kontrastmittelinjektionen

		Diagnose					
	ohne Herz-F.	ASD	VSD	PDA	AV-K	pLVTr	Summe
linker Vorhof	-	12	16	4	-	3	35
rechter Ventrikel	57	108	198	57	18	13	450
linker Ventrikel	4	87	77	9	20	6	203
intra- vaskulär	3	-	-	4	-	1	8
Summe der KMI	64	207	291	73	38	23	696

65 % der Angiokardiographien (450 AKG) erfolgten in den rechten Ventrikel, 29 % in den linken Ventrikel (203 AKG) und 5 % in den linken Vorhof (35 AKG). Bei der intravaskulären Kontrastmittelinjektion wurde in die Vena pulmonalis rechts, den Stamm der Arteria pulmonalis, die Vena cava superior und in die Aorta ascendens injiziert. Die prozentuale Aufteilung der Herz- bzw. Gefäßabschnitte, in denen die AKG durchgeführt wurden, gibt für die einzelnen Herzfehler Abbildung 1 wieder.

Abb. 1 : Prozentuale Darstellung des Ortes der Kontrastmittelinjektion

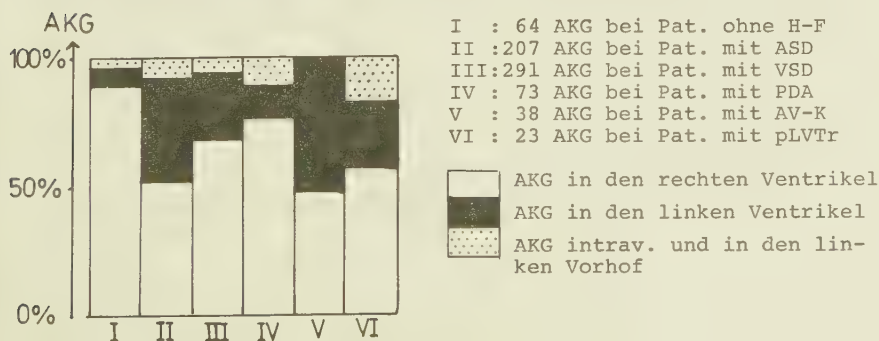


Tabelle 15 zeigt die Häufigkeit von aufgetretenen ventrikulären Extrasystolen bei gleicher Katheterlage. Wir teilten dabei die Angiokardiographien in drei Gruppen ein:

- I. AKG ohne ventrikuläre Extrasystolen
- II. AKG mit einzelnen ventrikulären Extrasystolen
- III. AKG mit häufigen ventrikulären Extrasystolen (dazu zählen AKG mit Kammertachykardien und AKG mit Extrasystolen von mehr als der Hälfte der geschriebenen Aktionen).

Tab. 15: Häufigkeit ventrikulärer Extrasystolen bei gleicher Katheterlage während der Angiokardiographie

	I	II	III	Summe
Katheter im linken Vorhof	31	4	-	35
Katheter im rechten Ventrikel	67	361	22	450
Katheter im linken Ventrikel	56	136	11	203
Katheter intravaskulär	5	3	-	8
Summe der AKG	159	494	33	696

Die Häufigkeit aufgetretener ventrikulärer Extrasystolen bei intermittierender und kontinuierlicher Kontrastmittelinjektion wird in Tabelle 16 dargestellt. In 30 % der AKG wurde das Kontrastmittel intermittierend und in 70 % kontinuierlich injiziert.

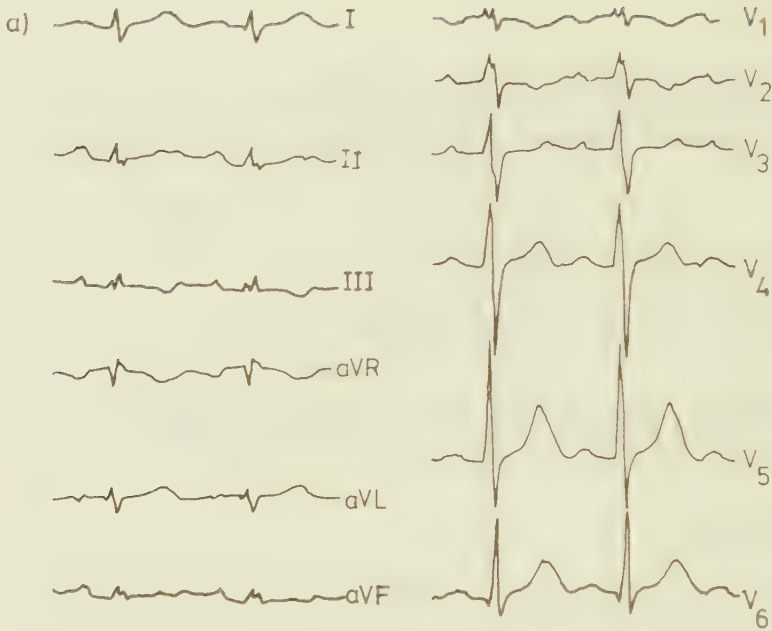
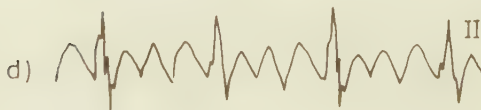
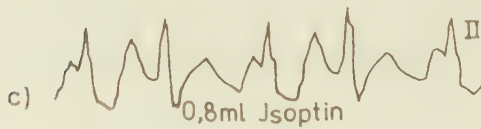
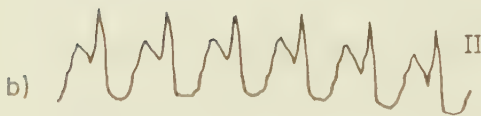


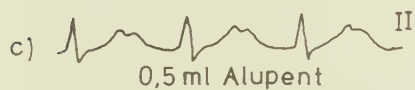
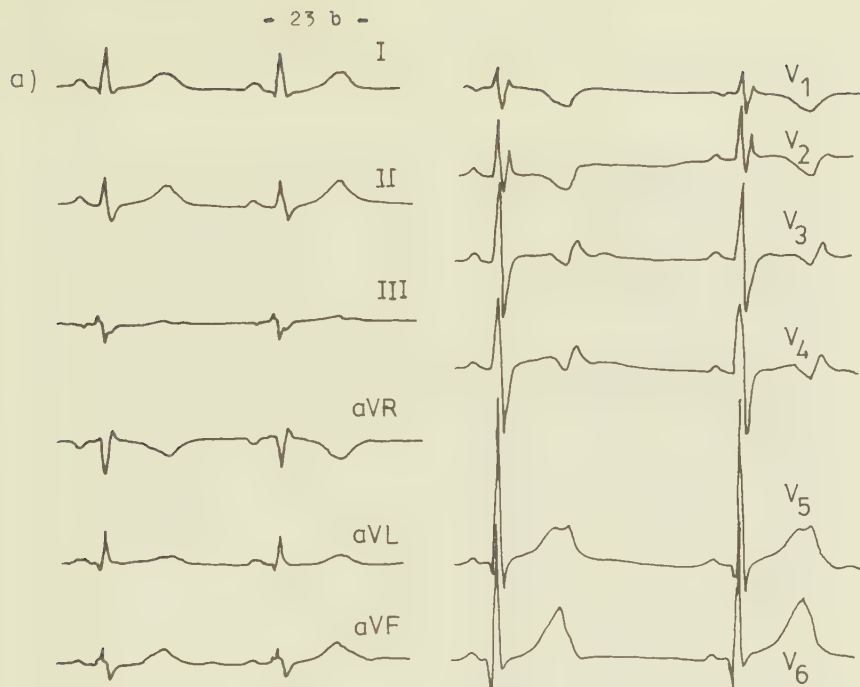
Abb.2 1. Beispiel



G. Andrea , 5 3/4 Jahre

50 mm/sec Papierge-
schwindigkeit

— 0,2 sec



L. Stephan, 4 1/2 J.

50 mm/sec Papierg.

— 0,2 sec

Abb.3 Kasuistik 2.Beispiel

verstärkte Lungengefäßzeichnung. EKG: Steiltyp, rudimentärer Rechtsschenkelblock mit mäßiger Rechtshypertrophie, P-sinistrokardiale (a).

Verlauf der HKU: Nach Einführen des Katheters über die Vena saphena magna re. gelangte man über eine regelrecht einmündende untere Hohlvene in den rechten Vorhof und in die obere Hohlvene. Nach dem Rückzug aus der Vena cava superior in den rechten Vorhof kam es zu einer supraventrikulären Tachykardie (b), die durch Injektion von 0,8 ml Isoptin (c) nach vier Minuten (kurzfristig Vorhofflattern) (d) beherrscht wurde.

AKG: 1.) in den li. Ventrikel. 2.) in den re. Ventrikel.

Diagnose: ASD mit Links-Rechts-Shunt.

Tab. 17: Herzkatheteruntersuchung - Protokoll

	Druck in mm Hg			Sauerstoff	
	syst.	diast.	MD	Sätt. %	Vol. %
V. cava sup.	5	-	-	64	8,3
V. cava inf.	15	5	10	82	10,6
re. Vorhof	a = 4; v = 6	-	3	81	10,5
re. Ventrikel (Einflußbahn)	30	0	-	85	11,0
A. pulm. li.	28	8	20	87	11,3
V. pulm. li.	10	3	8	94	12,2
li. Vorhof	a = 11; v = 7	-	6	94	12,2
li. Ventrikel	100	0	-	94	12,2

2. Beispiel (av-Dissoziation, Sinustachykardie) (siehe Abb. 3)

Name: L. Stefan

Alter: 4 ¹/₂ Jahre

HKU: 9.9.1971

Nr. 1668

AKG: 9.9.1971

Nr. 1452/1453

Anamnese: Drittes Kind gesunder Eltern. Schwangerschaft und Geburt verliefen normal. Häufig traten Bronchitiden auf, deshalb insgesamt sechsmal stationäre Aufnahme. Ende Juli 1971 traten Gehirnkrämpfe mit längerdauernder Bewußtlosigkeit auf, Einweisung zur HKU mit Verdacht auf Aortenstenose.

Befund: Statische und geistige Retardierung. Makrocephalus mit vorspringenden Scheitelbeinhöckern, tiefsitzende Ohren, leicht mongoloide Lidachsenstellung, breite flache Nasenwurzel, Strabismus convergens, weiter Hautmantel, überstreckbare Gelenke, Vier-Finger-Furche bds., Kielbrust. A u s k u l - t a t i o n : Leises Systolikum II^O, 2. Ton deutlich betont. R ö n t g e n a u f n a h m e : breit aufgelagertes, leicht nach links verbreitertes Herz. E K G : Linkstyp, rudimentärer Rechtschenkelblock geringen Grades (a).

HKU: Vonder V. saphena magna re. ließ sich der Katheter über die V. cava inf. in den rechten Vorhof, den rechten Ventrikel und in die A. pulm. re., vorschieben. Während der Sondierung des rechten Ventrikels kam es zu einem totalen av-Block mit einer Kammerfrequenz von 60/min. (b). Daraufhin Injektion von 0,5 ml Alupent (c), die Herzfrequenz stieg auf 185/min. (d). Nach etwa zehn Minuten fiel die Frequenz langsam auf 140/min. ab.

AKG: in den re. Ventrikel.

Diagnose: kein Herzfehler nachweisbar, Verdacht auf CORNELIA-DE-LANGE-Syndrom.

Tab. 18: Herzkatheteruntersuchung - Protokoll

	Druck in mm Hg		MD	Sauerstoff	
	syst.	diast.		Sätt. %	Vol. %
V. cava sup.	5	1	2	75	11,8
V. cava inf.	-	-	-	71	11,1 ^{11,3}
re. Vorhof	a = 4; v = 0		2	69	10,8
re. Ventrikel	24	- 4	-	65	10,2
A. pulm. re.	16	6	9	67	10,5

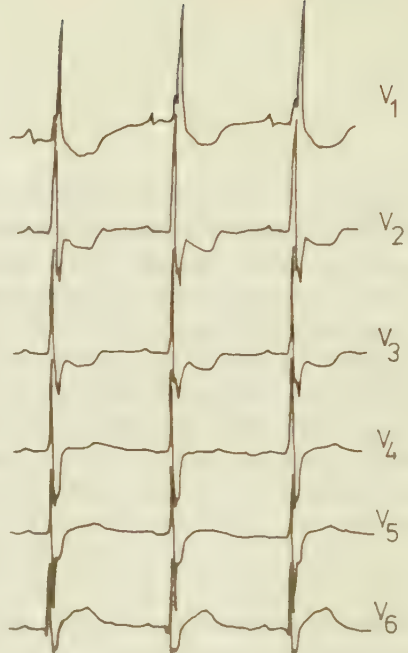
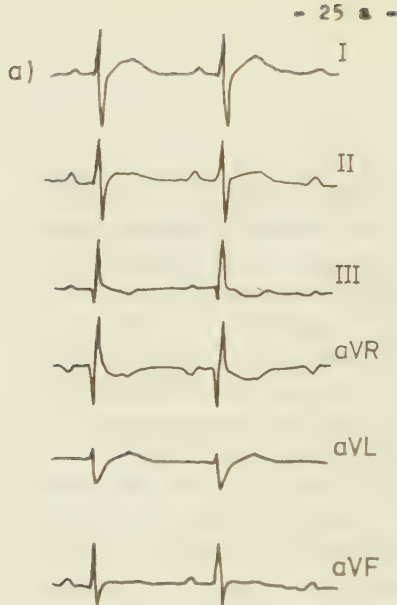
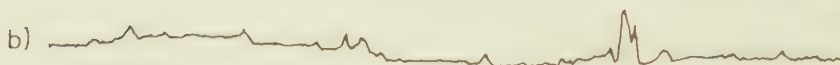


Abb.4 3.Beispiel

K. Markus 5 Mon.(I)

50 mm/sec Papierg.

— 0,2 sec



K. Markus 5 Mon. (II)



0,2 ml
Jsoptin



Angiokardiogramm



nach
Defibrillation

3. Beispiel: (av-Block I^o und II^o, Kammerflimmern) (siehe Abb. 4)

Name: K. Markus	Alter: 5 Monate
HKU: 25.3.1970	Nr. 1520
AKG: 25.3.1970	Nr. 1134

Anamnese: Erstes Kind junger Eltern, Mangelgeburt (1800 g). Körperliche Retardierung. Stationäre Aufnahme wegen abdominaler Symptome: häufiges Erbrechen, starke Vorwölbung des Abdomens.

Befund: Blaß-graues Hautkolorit mit perioraler Cyanose und erschwerter Atmung, Tachypnoe (100/min). Flankeneinziehungen, Herzbuckel und Tachykardie von 160/min. Die Leber war 3 cm unter dem Rippenbogen deutlich konsistenzvermehrt tastbar, über den basalen Lungenanteilen waren feinblasige, klingende Rasselgeräusche hörbar. Auskultation: zunächst kein Herzgeräusch feststellbar, später Systolikum II^o bis III^o p.m. 3. ICR links, konstant gespaltener Herzton. Röntgenuntersuchung: beidseits stark vergrößertes Herz. EKG: ausgeprägter Rechtstyp mit P-dextrocardiale, Rechtsschenkelblock (a).

HKU: Einführung des Katheters über die V. saphena magna re. Nach Sondierung des rechten Ventrikels trat kurzfristig Kammerstillstand auf (b). Im Anschluß daran kam es spontan zu einem av-Block II^o und zu deutlicher ST-Hebung (c). Nach Injektion von 0,5 ml Alupent erfolgte keine Besserung. Nochmalige Injektion von 0,5 ml Alupent (d). Bei weiteren Sondierungsversuchen trat ein av-Block I^o mit polytopen ventrikulären Extrasystolen auf, die Herzfrequenz lag bei 200 Schläge/min., PQ bei 0,13 (e). Daraufhin Gabe von 0,2 ml Isoptin. Erneutes Auftreten des av-Blockes II^o mit einer Frequenz von 100 Schläge/min. (f), anschließend wieder av-Block I^o (g). Die AKG in den rechten Ventrikel wurde gut vertragen. Beim erneuten Ver-

such, ein abgehendes Gefäß zu sondieren, kam es zu Kammerflimmern (i): Defibrillation mit 200 Watts Gleichstrom. Daraufhin Auftreten einer Systolie und Anschluß an einen ext. Schrittmacher: 100 Volt, 100 Impulse/min. PQ lag bei 0,12, der Kammerkomplex war mit mehrfacher Splitterung verbreitert (k). Trotz intensiver Behandlung mit Alupent, Isoptin und Volldigitalisierung wurde keine genügende Stabilisierung der Herzfrequenz erreicht. Drei Tage später verstarb das Kind. Diagnose: Pulmonale Hypertonie unklarer Genese, starke Dilatation der Pulmonalarterien, enorme Rechtshypertrophie, ASD.

Tab. 19: Herzkatheteruntersuchung - Protokoll

	Druck in mm Hg			Sauerstoff	
	syst.	diast.	MD	Sätt. %	Vol. %
V. cava sup.	-	-	-	69	9,0
re. Vorhof	a = 20; v = 0	-	4	69	9,0
re. Ventrikel	100 (60)	0	-	69	9,0

4. Beispiel: (Sinustachykardie, av-Dissoziation) (siehe Abb. 5).

Name: Sch. Tanja	Alter: 3 ³ / ₄ Jahre
HKU: 27.9.1973	Nr. 2325
AKG: 27.9.1973	Nr. 2498

Anamnese: Frühgeburt; die Entwicklung verlief insgesamt etwas verzögert. Im Alter von sechs Wochen wurde vom Hausarzt ein Verdacht auf einen Herzfehler geäußert. Häufig traten Bronchitiden auf, zeitweise kam es zu einer Anämie. Im September 1970 stationäre Aufnahme wegen Herzinsuffizienzzeichen, am 23.9.1970 wurde eine HKU durchgeführt. Daraufhin Digitalisierung des Kindes. Am 26.10.1970 wurde eine Banding-Operation

durchgeführt. Jetzt kam das Kind zur Kontrolluntersuchung.

Befund: Starke Dystrophie. Keine kardialen Insuffizienzzeichen, vorwiegend linksseitiger Herzbuckel, keine Ruhedyspnoe. Auskultation: fauchendes, holosystolisches Geräusch III^O, p.m. 4. ICR links, 2. Herzton paukend. Blutdruck: 95/60 mm Hg. Röntgenuntersuchung: beidseits vergrößertes, kugeliges Herz mit prominentem Pulmonalsegment, Lungengefäßzeichnung bis in die Peripherie vermehrt. EKG: Normaltyp, P-Kardiale, pathologische Doppelhypertrophie (a).

HKU: Beim Versuch, den Katheter vom rechten Vorhof über einen ASD in den linken Vorhof vorzuschieben, trat eine supraventrikuläre Tachykardie auf (Frequenz: 230 Schläge/min) (b). Daraufhin Injektion von 1,5 ml Isoptin (c), Abfall der Herzfrequenz nach vier Minuten auf 140 Schläge/min. Nach der AKG bildete sich ein av-Block I^O aus (d). Etwa 15 Minuten nach Auftreten der supraventrikulären Tachykardie trat kurzfristig ein totaler av-Block auf (Vorhoffrequenz: 115/min., Kammerfrequenz 95 Schläge/min.) (e). Bis zum Ende der HKU persistierte ein av-Block I^O (Herzfrequenz: 125 Schläge/min).

AKG: in den rechten Ventrikel

Diagnose: Großer VSD (mit einem Links-Rechts-Shunt von ca. 80 % des Kleinkreislaufvolumens) mit pulmonaler Hypertonie. Zustand nach nicht erfolgreicher operativer Einengung der A. pulm.

Tab. 20: Herzkatheteruntersuchung - Protokoll

	Druck in mm Hg		MD	Sauerstoff	
	syst.	diast.		Sätt. %	Vol. %
V. cava sup.	11	3	5	68	10,8
V. cava inf.	-	-	-	68	10,8 ^{10,8}
re. Vorhof	a=11;v=2	-	4	58/60	9,2/9,5
re. Ventrikel	85	0	-	86	13,7
A. pulm. li.	85	50	60	85	13,5
A. pulm. Stamm	50	25	-	-	-
PC	25	12	14	86/93	13,7/14,8
Aorta ascendens	100	65	80	89	14,2
Aorta descendens	110	60	-	-	-

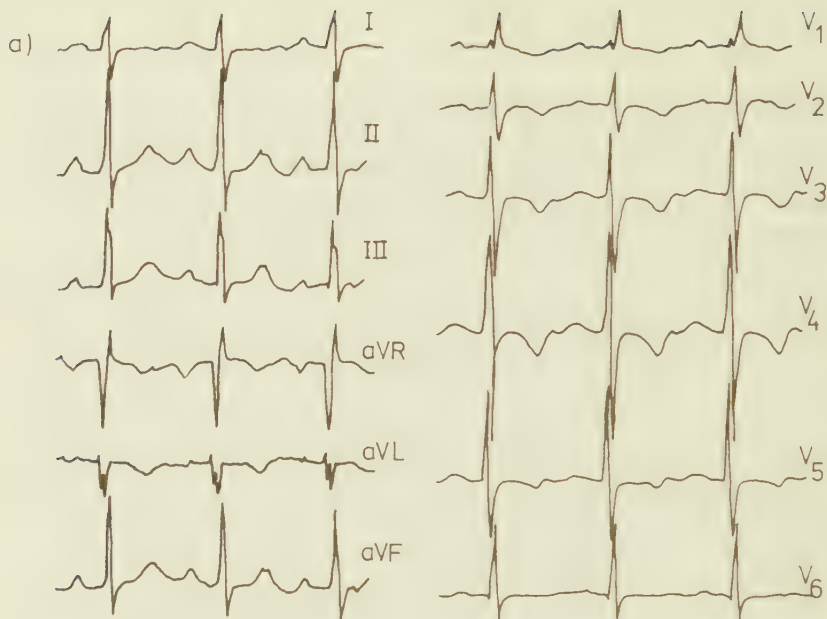
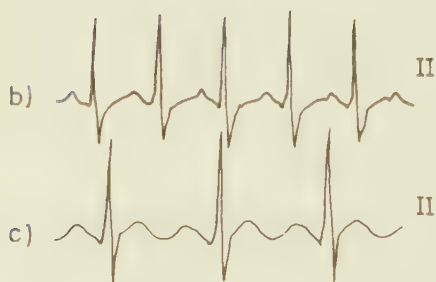
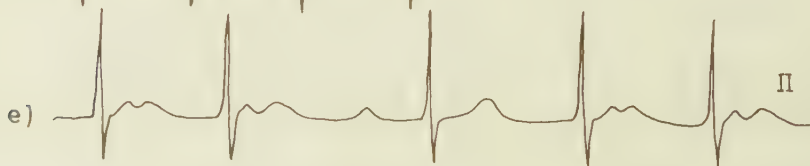
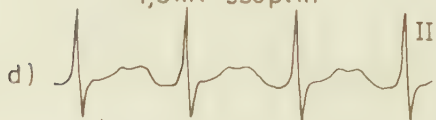


Abb.5 Kasuistik
 4.Beispiel



1,5ml Jsoptin



Sch. Tanja, 3 3/4 J.

50 mm/sec Papierg.

— 0,2 sec

IV. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

A. Herzkatheteruntersuchung

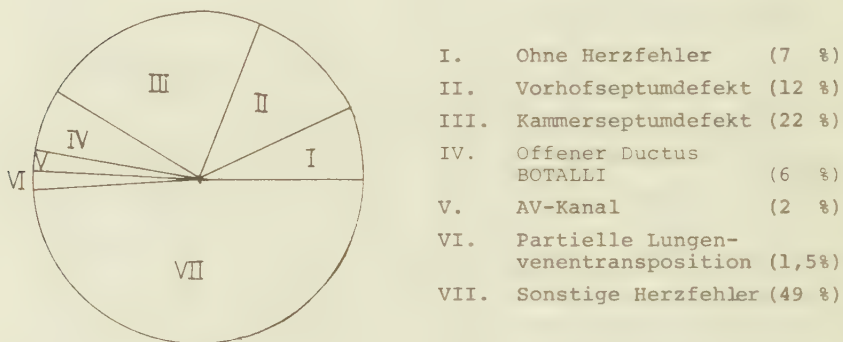
1. Häufigkeit der Herzfehler

Mit 22 % (211 Kinder) erwies sich der VSD als das häufigste Vitium innerhalb der nicht obligat zyanotischen angeborenen Herzfehler (KEITH beobachtete bei 25 %, NADAS bei 20 % und STUCKEY bei 24 % der Kinder mit angeborenen Vitien einen VSD.) 12 % der Kinder unseres Krankengutes hatten einen ASD (KEITH et al.: 7 %, NADAS 14 %, STUCKEY 11 %), einen offenen Ductus arteriosus diagnostizierten wir bei 6 % (KEITH et al.: 17 %, NADAS 12,5 %, STUCKEY 17,5 %). Bei 4 % der Patienten fanden wir seltenere Herzmißbildungen wie: partielle Lungenvenentransposition und kompl. und inkompl. AV-Kanal.

Bei 7 % der untersuchten Kinder konnte durch die HKU kein Herzfehler nachgewiesen werden. Es handelte sich um Patienten, die entweder durch ein Herzgeräusch, einen unklaren EKG-Befund oder durch ein cardiopulmonales Syndrom den Verdacht auf einen angeborenen Herzfehler erregt hatten. Mit den konventionellen diagnostischen Maßnahmen ist es in einigen Fällen schwierig, kardiale von extrakardialen Erkrankungen, wie zum Beispiel primäre pulmonale Störungen mit cardiopulmonalem Syndrom, zu unterscheiden (SCHWINGSHACKL et al.). Auch die Abgrenzung mancher akzidenteller Geräusche von kleinen, hämodynamisch bedeutungslosen Vorhofseptumdefekten kann manchmal Schwierigkeiten bereiten. Aus diesem Grund ist es unvermeidbar, daß einige Kinder einer HKU unterzogen werden, um ein angeborenes Vitium endgültig auszuschließen.

Abbildung 6 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Herzfehler innerhalb der vorliegenden 941 HKU, die in den Jahren 1971 bis einschließlich 1973 durchgeführt wurden.

Abb. 6: Häufigkeit der Herzfehler bei 941 Herzkatheteruntersuchungen

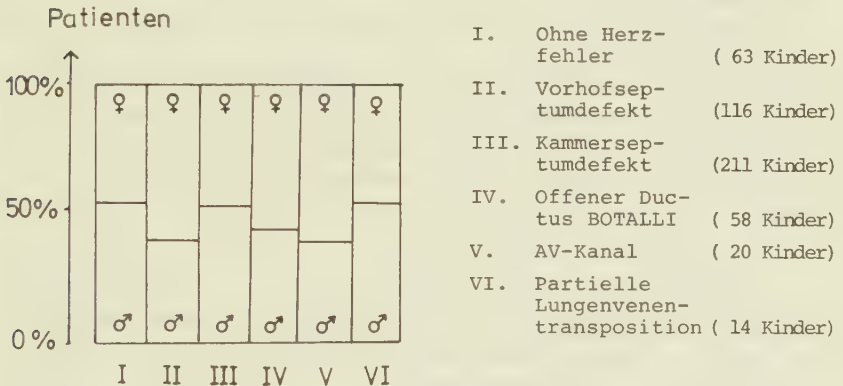


2. Geschlechtswendigkeit der Herzfehler

Zur Frage, ob bei bestimmten Vitiën eine Knaben- oder Mädchenwendigkeit besteht, untersuchten wir die Geschlechtsverteilung in den einzelnen Diagnosegruppen. Unter den 482 Patienten befanden sich 226 Jungen (47 %) und 256 Mädchen (53 %). Auffallend war die Geschlechtsverteilung bei Patienten mit einem ASD: 61 % waren weiblich, 39 % männlich (WOOD beobachtete eine Mädchenwendigkeit von 3:2). Ebenso konnten wir eine Mädchenwendigkeit bei den Kindern mit einem offenen Ductus arteriosus feststellen: 41 % der Kinder waren Buben, 59 % Mädchen (EKSTRÖM und DAILEY et al. diagnostizierten bei doppelt soviel Mädchen als Jungen einen PDA). Bei den Kindern mit den Diagnosen: VSD, partielle Lungenvenentransposition und bei den Kindern ohne nachweisbarem Herzfehler konnten wir keine

Geschlechtswendigkeit feststellen, wie in Abbildung 7 dargestellt.

Abb. 7: Geschlechtsverteilung der Herzfehler

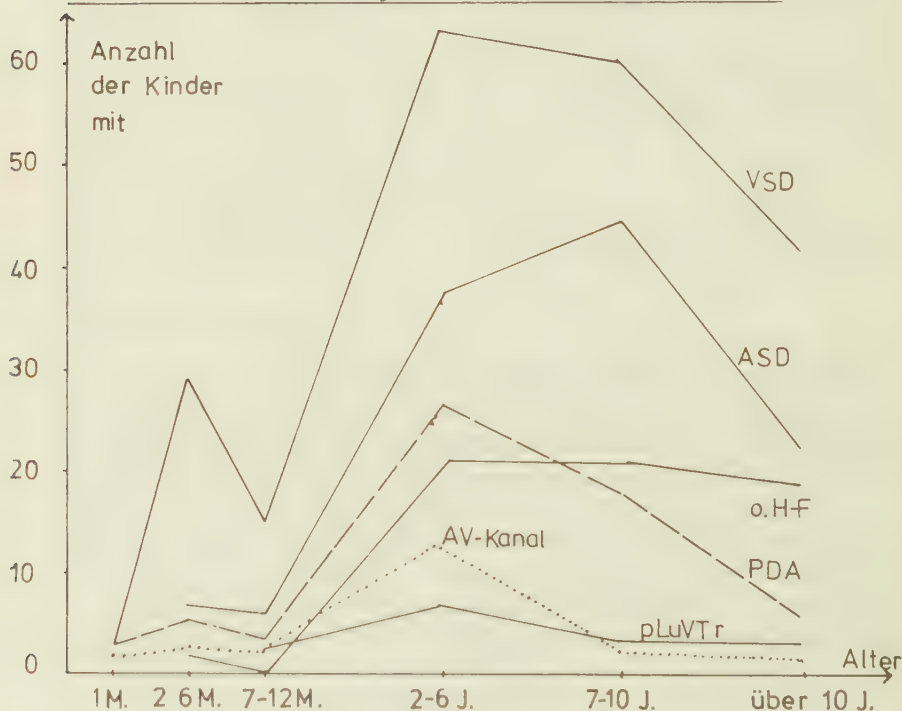


3. Alter zum Zeitpunkt der Herzkatheteruntersuchung

Nur 80 Kinder (17 %) ohne Herzvitium oder mit azyanotischem Herzfehler wurden im Säuglingsalter untersucht. Unter diesen Kindern befanden sich sieben Säuglinge, die unter einem Monat alt waren: ein Kind litt an einem kompl. AV-Kanal, drei Patienten an einem großen VSD mit Begleitmißbildungen und pulmonalem Hochdruck, drei andere Kinder an einem offenen Ductus arteriosus. Bei den meisten Kindern wurde die HKU jedoch im Kleinkindes- und Schulalter durchgeführt. 165 Kinder (34 %) waren zwischen zwei und sechs Jahre alt, 146 Kinder (30 %) wurden im Alter von sieben bis zehn Jahren untersucht. Nur 19 % (91 Kinder) der Patienten waren über zehn Jahre alt.

Die Kinder mit kompl. und inkompl. AV-Kanal wurden durchschnittlich mit vier, die Kinder mit einem PDA mit fünf, die Patienten mit einem VSD oder part. LuVTr mit sechs, die Patienten mit ASD mit sieben und die Kinder ohne nachweisbaren Herzfehler mit acht Jahren untersucht. Die genaue Altersverteilung zeigt Abbildung 8.

Abb. 8: Altersverteilung bei verschiedenen Herzfehlern



Die Altersverteilung bestätigt die immer wieder gemachte Beobachtung, daß nur ein Teil der Kinder mit ASD, VSD, PDA, part. und kompl. AV-Kanal und part. Lungenvenentransposition

schon im frühen Säuglingsalter so schwer erkrankt, daß eine HKU notwendig wird. Innerhalb dieser Gruppe sind dies fast ausschließlich Kinder mit Herzfehlern, die früh auf Grund der Überfüllung des kleinen Kreislaufes eine pulmonale Hypertonie hervorrufen.

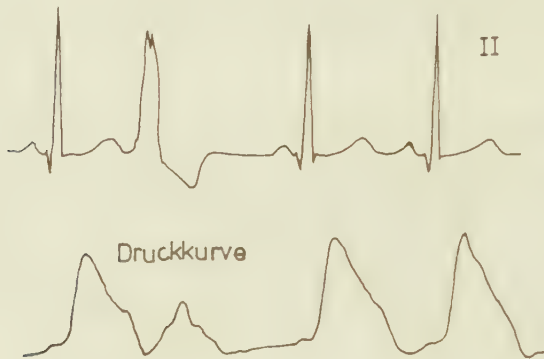
4. Art und Häufigkeit der aufgetretenen Herzrhythmusstörungen

Herzrhythmusstörungen traten während der 482 Herzkatheteruntersuchungen, die dieser Arbeit zugrunde liegen, sehr häufig auf. Wie auch LANDTMANN und VESTERMARK beobachteten, erwiesen sich diese Störungen unserer untersuchten Kinder in den meisten Fällen als vorübergehend und gutartig.

Am häufigsten sahen wir ventrikuläre Extrasystolen während der Katheterisierung: über 80 % der untersuchten Kinder zeigten diese Herzrhythmusstörung. Auch BAYER und LOOGEN, BEUREN, CARLOTTI et al., DELÉON et al., DEXTER, EPISCOPO, FRASER et al., GOLDMAN et al., INNOCENTI et al., JEUNE et al., KEITH et al., KJELLBERG et al., LANDTMANN, MANNHEIMER et al., MICHEL, MICHAEL, RUDOLPH, SCÉBAT et al., SCHWEIZER, STAMPBACH, VENABLES et al., VESTERMARK, WARBURG und WOOD, WICK beobachteten vereinzelte, ektopische Herzaktionen als die am häufigsten aufgetretene Herzrhythmusstörung bei Herzkatheteruntersuchungen. Da diese Störung jedoch nur vorübergehend auftrat und damit nur eine kurze Auswirkung auf die Hämodynamik hatte (Abbildung 9), kann sie kaum zu den Komplikationen der Herzkatheterisierung gerechnet werden (KROVETZ et al.).

Ektopische Herzschläge wurden besonders häufig beim Versuch, ein aus einem Ventrikel abgehendes Gefäß zu sondieren, im Verlaufe von Rückzügen durch Kammerseptumdefekte, beim Passieren des Infundibulums oder der AV-Klappen, insbesondere der

Abb. 9: Abbildung einer ventrikulären Extrasystole und ihrer Auswirkung auf das Schlagvolumen.



Trikuspidalklappe, ausgelöst. Auf Grund dieser Beobachtung können wir sagen, daß ventrikuläre Extrasystolen infolge einer Irritation des Ventrikelmuskels durch die Katheterspitze auftraten. Weiter spricht für die Annahme, daß die Extrasystolen durch mechanische Irritation ausgelöst wurden, die Tatsache (wie auch von RUDOLPH u. STANGER et al. beschrieben), daß sofort nach der Entfernung des Katheters aus dem betroffenen Gebiet oder nach Beendigung der Manipulationen keine ektopischen Herzschläge mehr auftraten.

Bemerkenswert ist auch die Beobachtung, daß nicht jede Herzregion den Reiz durch die Katheterspitze in gleichem Maße mit ventrikulären Extrasystolen beantwortet. So kam es bei Manipulationen in den Vorhöfen (zum Beispiel beim Passieren eines Vorhofseptumdefektes (ZIMDAHL)) relativ häufig zum Auftreten von supraventrikulären Extrasystolen. Ventrikuläre Extrasystolen traten im rechten Ventrikel bedeutend häufiger auf als im

linken Ventrikel. Damit bestätigen unsere Untersuchungsergebnisse auch die Beobachtungen anderer Autoren (BEUREN, DEXTER et al., GOLDMAN et al., CARLOTTI et al., LANDTMANN, MICHEL et al., RUDOLPH, SCHWEIZER, STAMPBACH, VESTERMARK, WICK), daß das Myokard des rechten Ventrikels auf Manipulationen mit dem Katheter viel empfindlicher als das Myokard der übrigen Herzhöhlen reagiert.

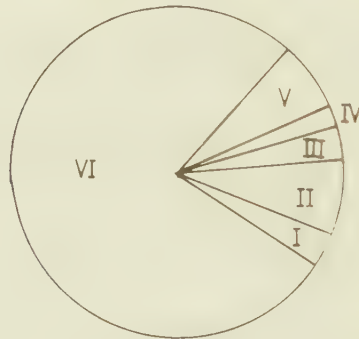
Bedeutend seltener kam es zum Auftreten von Herzrhythmusstörungen, die die Hämodynamik nachhaltiger beeinträchtigten. Nur knapp ein Viertel der Kinder (114 Patienten) zeigten während der Herzkatheteruntersuchung supraventrikuläre Tachykardien, Vorhofflattern oder -flimmern, Kammertachykardien, Kammerflattern oder -flimmern, [Coronarsinusrhythmen, Knotenrhythmen,] absolute Arrhythmien, Sinusbradykardien und atrioventrikuläre Überleitungsstörungen I^o bis III^o (Abbildung 10).

Von den genannten Störungen sahen wir *p a r o x y s m a l e* *K a m m e r t a c h y k a r d i e n* am häufigsten (35 Patienten: 7,3 %). Nach COURNAND et al., MCINTOSH und RUDOLPH kommt es vermehrt zum Auftreten von Kammertachykardien beim Passieren des Infundibulums, während der Sondierung der Region des Kammerseptums oder der AV-Klappen und bei Injektionen von Kontrastmittel in die Herzhöhlen. LANDTMANN registrierte eine Häufung von Kammertachykardien während Manipulationen mit dem Katheter im rechten Ventrikel. Diese Beobachtungen fanden wir bei unseren Untersuchungsergebnissen bestätigt.

Wir konnten ebenfalls eine besondere Empfindlichkeit des Myokards der rechten Herzkammer gegenüber mechanischer Reizung feststellen: Über die Hälfte der Kammertachykardien (19 Patienten) traten während Manipulationen im rechten Ventrikel auf (besonders während Kontrastmittelinjektionen), weitere 26 % (9 Patienten) beim Passieren des Infundibulums oder des Ventrikelseptumdefekts und nur ein Fünftel (7 Patienten) im lin-

ken Ventrikel.

Abb.10: Herzrhythmusstörungen (außer vereinzelten ventrikulären Extrasystolen) bei Kindern mit acyanotischen angeborenen Herzfehlern.



I.	supraventr. Tachykardie	(3,3 %)	IV .	av- Dissoziation	(2,1 %)
II.	Kammer- tachykardie	(7,3 %)	V.	Sonstige HRST	(6,7 %)
III.	av-Block I ^o , II ^o	(3,3 %)	VI.	Kinder ohne HRST (außer vereinz. VES)	(76,3 %)

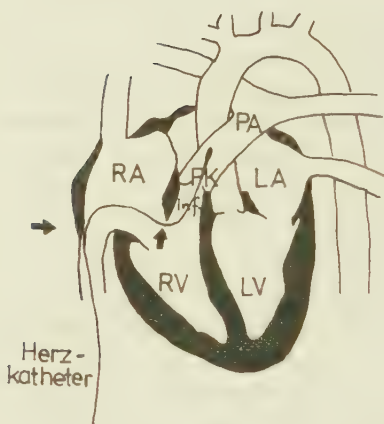
Als zweithäufigste Herzrhythmusstörung beobachtete RUDOLPH supraventrikuläre Tachykardien. Auch in der übrigen Literatur (BAGGER et al., COURNAND et al., GOLDMAN et al., JOHNSON et al., KJELLBERG et al., LANDTMANN, SCHWEIZER, STAMPBACH und WENNEVOLD et al.) wurde das Auftreten dieser Rhythmusstörung während der Herzkatheterisierung oft

beschrieben. Wir fanden supraventrikuläre Tachykardien bei 16 Kindern (das entspricht einer Häufigkeit von 3,3 %). Ein bevorzugtes Auftreten von supraventrikulären Tachykardien bei Lage des Katheters in einer bestimmten Herzregion konnten wir ebenfalls feststellen. Bei neun Kindern traten Vorhofarrhythmien während der Katheterisierung der Vorhöfe auf, in drei Fällen kam es zu dieser Arrhythmie während der Katheterisierung der Arteria pulmonalis oder der Vena pulmonalis, nur in vier Fällen bei Lage des Katheters in einem der beiden Ventrikel. Die Beobachtung von LANDTMANN, daß supraventrikuläre Tachykardien praktisch nur bei Lage des Katheters in einem der beiden Vorhöfe, aber auch in den Pulmonalarterien oder -venen auftreten, scheint sich damit zu bestätigen.

Auf Grund dieser Tatsache sind wir der Ansicht, daß für das Auftreten von Herzrhythmusstörungen nicht nur die Irritation des Myokards durch die Katheterspitze, sondern auch durch die Katheterführung verantwortlich gemacht werden kann. So scheint uns das Auftreten von supraventrikulären Extrasystolen oder Tachykardien während der Sondierung von Pulmonalarterien durch die mechanische Reizung des Myokards durch den im Vorhof-Trikuspidalklappenbereich liegenden Katheteranteil verursacht zu sein (Abbildung 11). WICK wies bereits 1960 auf diese Erklärungsmöglichkeit hin. Er stellte fest, "daß es auch dann zum Auftreten von supraventrikulären und ventrikulären Extrasystolen kommen kann, wenn der Katheter mit seiner Spitze "stromabwärts" vom Orte der Extrareizentstehung liegt". Auch er war der Ansicht, daß in diesen Fällen die Extrasystolen nicht von der Katheterspitze, sondern von einer Schlinge oder Biegung des Katheters, die im schlagenden Herzen das Endokard berührten, ausgelöst würden (WICK).

Störungen der atrioventrikulären Überleitung waren nicht ungewöhnlich während der Herzkatheterisierung. Überwiegend traten av-Blöcke I^o oder II^o auf (16 Fälle:

Abb. 11: Auslösung von Herzrhythmusstörungen durch mechanische Irritation des Myokards durch die Katheterführung.



RA: re. Vorhof
RV: re. Ventrikel
LA: li. Vorhof
LV: li. Ventrikel
PK: Pulm.-Klappe
PA: Pulm.-Arterie
Inf: Infundibulum

3,3 %), seltener kam es zur Ausbildung eines totalen av-Blockes (11 Fälle: 21, %). Insgesamt beobachteten wir bei 54 % der Kinder des vorliegenden Krankengutes diese Rhythmusstörung, während GOLDMAN eine Häufigkeit bis zu 8 %, BLACK et al. von 4 % und SCHWEIZER von nur 2 % angaben. Die aufgetretenen Überleitungsstörungen waren immer von kurzer Dauer und führten nicht zu lebensbedrohlichen Zuständen. Gleiche Beobachtungen machten MCINTOSH et al., RUDOLPH, SCHWEIZER, STAMPBACH und WICK, doch sind in der Literatur auch Fälle mit fatalem Ausgang beschrieben (BLACK et al., KJELLBERG et al., LANDTMANN und NADAS). Bei diesen Kindern handelte es sich je-

doch durchwegs um Kinder mit schweren Herzfehlern. Ebenfalls scheint diese Rhythmusstörung bei Vorliegen eines zyanotischen Herzvitiiums vermehrt aufzutreten: SCHIFFELHOLZ fand bei der Durchsicht von Herzkatheterisierungen bei Kindern mit schweren Herzfehlern, die in dem gleichen Zeitraum untersucht wurden, av-Blöcke in 12,6 %, wobei in der Hälfte der Fälle es sich um komplette av-Dissoziationen handelte.

Über den Entstehungsmechanismus von atrioventrikulären Überleitungsstörungen haben schon einige Autoren berichtet. Nach COURNAND et al. wird diese Störung durch den Druck des Katheters gegen das Myokard verursacht, wodurch die Reizleitung im rechten Purkinje-Plexus gestört wird. Durch den Druck auf das rechte HIS'sche Bündel bei der Sondierung der Arteria pulmonalis entsteht ebenfalls ein av-Block. Nach FREED et al. kann es auch durch eine direkte Traumatisierung des av-Knotens zu einer Überleitungsstörung kommen. Auf Grund dieses Entstehungsmechanismus sahen wir av-Blöcke fast ausschließlich während der Sondierung der rechten Herzhöhlen: im rechten Vorhof in der Nähe der Trikuspidalklappe und im rechten Ventrikel und in einem Fall während der Sondierung der Arteria pulmonalis. Nur in vier Fällen kam es bei Manipulationen im linken Ventrikel zum Auftreten von av-Blöcken.

Während Sondierungsversuchen im rechten Vorhof kam es in zwei Fällen zum Auftreten von Vorhofflattern oder -flimmern. In beiden Fällen wurde diese Störung toleriert bis sich durch entsprechende Maßnahmen der Herzrhythmus wieder normalisieren ließ (Kasuistik: Beispiel 1: GA). Auch andere Untersucher (BAGGER et al., BURCHELL, DEXTER et al., GOLDMAN et al. KJELLBERG et al. MCINTOSH, RUDOLPH, SCHWEIZER und STAMPEACH) konnten diese Komplikation nur selten beobachten; zu lebensbedrohlichen Zuständen kam es praktisch nie. Nur VENABLES et al. berichtete über ein Kind mit Vorhofseptumdefekt, das während einer Herzkatheterisierung Vorhofflattern

entwickelte und danach auf Grund einer Chinidin-Intoxikation verstarb.

Bei zwei Patienten des vorliegenden Krankengutes trat während der Herzsondierung **Kammerflattern** oder **-flimmern** auf. Durch sofortige Defibrillation konnte diese Herzrhythmusstörung beherrscht werden, jedoch verstarben beide Kinder einige Tage später auf Grund ihres schweren Herzfehlers. Die Beobachtung von STAMPBACH, daß gehäufte ventrikuläre Extrasystolen in einigen Fällen, allerdings selten, in Kammerflattern übergehen können, konnten wir bei den vorliegenden Fällen nicht bestätigen. Auch PAYER und LOOGEN, BAGGER et al., GOLDMAN et al., MCINTOSH, BJÖRK und SMITH, TUUTERI et al. und WESSELHOEFT et al. beobachteten das Auftreten von Kammerflattern oder -flimmern. Bei diesen Patienten verlief die Rhythmusstörung nach sofortiger Defibrillation gutartig, doch beschrieben MCINTOSH, RUDOLPH, STAMPBACH und VENABLES et al. auch Fälle mit tödlichem Ausgang. BRAUNWALD und SWAN sahen ebenso wie WESSELHOEFT et al. die Ursache dieser lebensbedrohlichen Komplikation in einer Irritation des Myokards durch die Kathetermanipulationen. Da in unseren Fällen die Herzrhythmusstörung während Sondierungsversuchen im rechten Ventrikel auftraten, können wir die Beobachtung der oben genannten Autoren bestätigen.

Todesfälle während der Herzkatheteruntersuchung oder in einem Zeitraum von 24 Stunden danach beobachteten wir bei den Kindern mit acyanotischen angeborenen Herzfehlern nicht. Hingegen fanden wir bei den übrigen Kindern mit schweren komplexen Herzfehlbildungen, die in unserer Klinik im gleichen Zeitraum untersucht wurden, 15 Todesfälle (SCHIFFELHOLZ). Damit ergibt sich für die Jahre 1971 bis 1973 eine Gesamtmortalität von 1,6 % bei Herzkatheteruntersuchungen. Bei Kindern mit angeborenen komplexen Herzvitien ist es oft nicht eindeutig zu klären, inwieweit die Herzkatheterisierung mit

anschließender Angiokardiographie für den Tod der Kinder innerhalb der ersten 24 Stunden nach der Untersuchung verantwortlich gemacht werden kann. Eindeutig sind nur jene Fälle zu deuten, in denen die Perforation eines Herz- oder Gefäßabschnittes als unmittelbare Todesursache erkannt werden kann.

5. Beziehungen zwischen Herzrhythmusstörungen und Art des Herzfehlers.

Wie schon oben erwähnt, fanden wir bei den Kindern ohne Vitium oder mit angeborenen azyanotischen Herzfehlern durchschnittlich bei 23,7 % HRST (ausgenommen sind ventrikuläre Extrasystolen). Mittels des χ^2 -Testes nach SACHS untersuchten wir die Frage, ob bei Kindern mit bestimmten Herzfehlern eine Disposition zu häufigerem Auftreten von HRST besteht. Hierbei fanden wir keine statistisch gesicherte Häufung: bei der Testung auf Gleichverteilung von HRST bei Kindern mit verschiedenen Vitien (Tabelle 21) war das Ergebnis ($\chi^2 = 3,42$) nicht signifikant bei $\alpha < 5\%$.

Tab. 21: Test auf Gleichverteilung von Herzrhythmusstörungen

	ohne Herz-F.	Diagnose ASD	VSD	PDA	Summe
Patienten ohne HRST	49	87	159	50	345
Patienten mit HRST	14	29	52	8	103
Summe	63	116	211	58	448

Auf Grund dieser Ergebnisse scheinen sich die Beobachtungen von LANDTMANN, VESTERMARK und WICK, daß keine Beziehung zwischen dem Auftreten von HRST und der Art des Vitiums besteht, zu bestätigen. Die vorliegende Arbeit umfaßt jedoch nur Untersuchungen bei Patienten mit azyanotischen Vitien; vergleichen wir dieses Kollektiv mit Untersuchungen bei Kindern mit komplexen Herzfehlern, so finden wir bei diesen Patienten eindeutig häufiger Störungen im Herzrhythmus (SCHIFFELHOLZ: Häufigkeit von HRST bei Kindern mit komplexen Herzfehlern: 41,2 %).

Aber auch bei Kindern des vorliegenden Krankengutes erscheint es uns bemerkenswert (trotzdem es nicht statistisch sicherbar war), daß HRST besonders häufig bei Kindern mit partieller Lungenvenentransposition (43 %) auftraten, während wir andererseits bei Patienten mit einem PDA auffallend selten (14 %) HRST beobachteten (Abbildung 12). Bei den Kindern ohne nachweisbaren Herzfehler fanden wir fast genauso häufig HRST (22 %), wie bei Patienten mit einem ASD oder VSD. Dies kann eventuell damit erklärt werden, daß bei diesen Kindern hartnäckig und damit das Herz irritierend nach einem Vorhof- oder Ventrikelseptumdefekt gesucht wurde. Bei Durchsicht der Literatur fanden wir diesen Erklärungsversuch auch bei WICK, der nach Durchsicht der HKU-Protokolle von 238 Patienten auch keinen Zusammenhang zwischen der Art der Angiokardiopathie und den aufgetretenen HRST feststellen konnte.

Weiter untersuchten wir mit dem χ^2 -Test, ob eine Beziehung zwischen der Art des Herzfehlers und der Art des aufgetretenen HRST besteht. Um den Zufall kleiner Zahlen möglichst auszuschalten, beschränkten wir uns bei diesem Gesichtspunkt auf das Vorkommen von Kammertachykardien und av-Überleitungsstörungen bei Kindern ohne Herzfehler und bei Patienten mit ASD, VSD oder PDA. Der Test auf Gleichverteilung von HRST ergab keine statistisch auffälligen Unterschiede zwischen

der jeweiligen untersuchten Diagnosegruppe (Tabelle 22) und dem Restkollektiv. Der für eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha < 5\%$ erforderliche Wert von $\chi^2_{(3)} = 11,35$ bei drei Freiheitsgraden wurde in keinem Fall erreicht (oH-F: $\chi^2_{(3)} = 2,58$, ASD: $\chi^2_{(3)} = 5,11$, VSD: $\chi^2_{(3)} = 5,90$, PDA: $\chi^2_{(3)} = 2,79$).

Tab. 22: Test auf Gleichverteilung von Herzrhythmusstörungen

	ohne Herz-F.	Diagnose ASD	VSD	PDA	Summe
Patienten mit Kammertachykardie	5	11	15	3	34
Patienten mit av-Block I°, II°	-	5	8	1	14
Patienten mit av-Dissoziation	2	-	8	-	10
Zahl der HKU	63	116	211	58	448

Trotzdem konnten wir über das Auftreten von HRST einige Beobachtungen machen, die doch einige Zusammenhänge mit der Art des Herzfehlers vermuten lassen:

1. Supraventrikuläre Tachykardien konnten wir bei Kindern aller Diagnosegruppen finden. Das geringfügig höhere Vorkommen von Frequenzerhöhungen bei den Kindern mit offenem Ductus BOTALLI und mit komplettem und inkomplettem AV-Kanal läßt sich wahrscheinlich nur durch eine zufällige Häufung erklären.
2. Kammertachykardien sahen wir bei Kindern aller Diagnosegruppen mit Ausnahme der Patienten mit partieller Lungenvenentransposition.

Abb. 12 : Herzrhythmusstörungen bei Kindern mit verschiedenen Herzfehlern

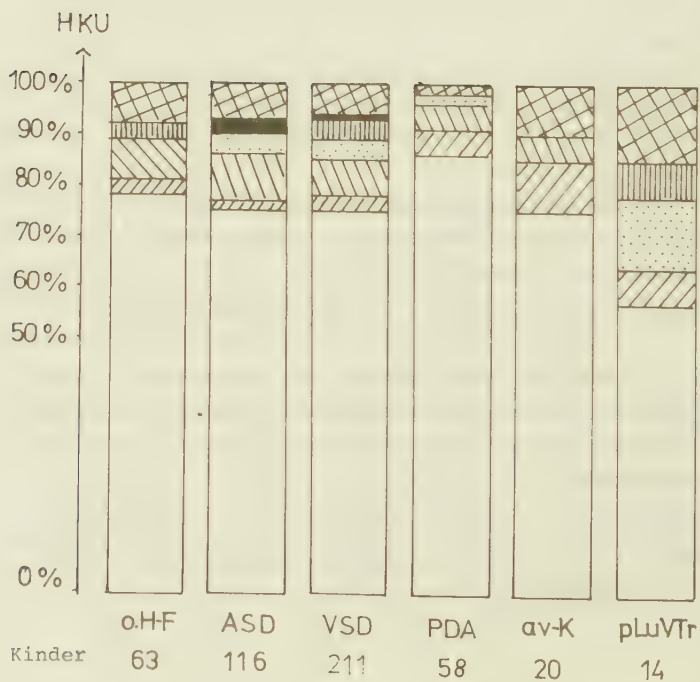
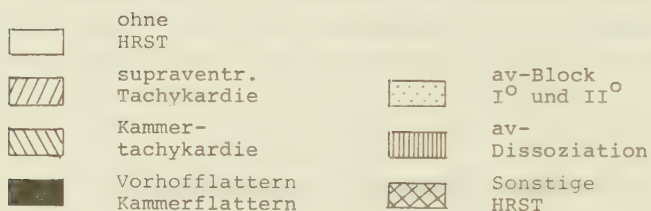
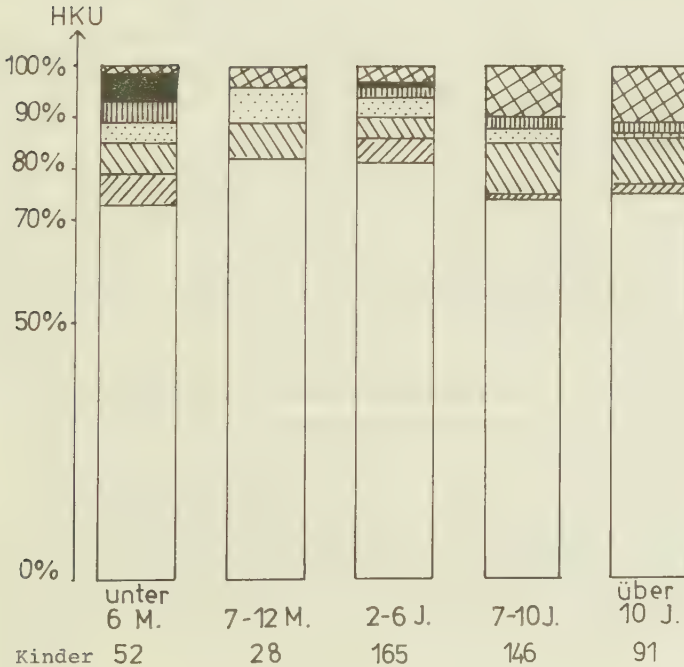
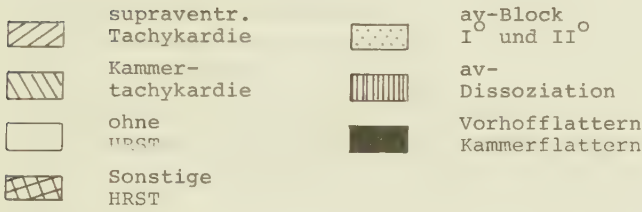


Abb. 13: Prozentuale Verteilung der Herzrhythmusstörungen in den verschiedenen Altersgruppen



3. Beim Vergleich der Häufigkeit von supraventrikulären Tachykardien gegenüber der Zahl von Kammertachykardien fällt auf, daß bei Kindern mit Vorhofseptumdefekt, Ventrikelseptumdefekt und bei den Patienten ohne nachweisbaren Herzfehler öfter Kammertachykardien auftraten, während bei den Kindern mit offenem Ductus BOTALLI, offenem AV-Kanal und partieller Lungenvenentransposition öfter supraventrikuläre Tachykardien beobachtet werden konnten. Unserer Ansicht nach läßt sich dies nicht auf eine primäre Disposition eines Herzvitiums für eine bestimmte Rhythmusstörung zurückführen, sondern ist vielmehr durch die mechanische Irritation des Myokards bei für jeden Herzfehler verschiedenen Sondierungsversuchen der Herzhöhlen bedingt.
4. Eine gewisse Häufung atrioventrikulärer Überleitungsstörungen, die sich jedoch nicht - wie schon vorher erwähnt - statistisch beweisen läßt, können wir bei einigen Herzvitien vermuten. 16 Patienten mit VSD (9 %) zeigten während der Herzkatheteruntersuchung einen av-Block, wobei in der Hälfte der Fälle ein totaler av-Block auftrat. Ebenfalls recht häufig sahen wir Überleitungsstörungen bei den Kindern mit partieller Lungenvenentransposition: zwei Kinder zeigten einen av-Block I^o oder II^o und ein Kind eine av-Dissoziation; damit erwies sich diese Rhythmusstörung als häufigste Komplikation.-

Die übrigen Patienten zeigten viel seltener Überleitungsstörungen. Auffallend dabei scheint, daß wir bei den Kindern ohne hämodynamisch wirksamen Herzfehler nur totale av-Blöcke (2 Patienten) sahen, während bei den Kindern mit VSD nur av-Blöcke I^o oder II^o (5 Patienten: 4 %) ebenso wie bei den Kindern mit PDA (1 Kind) auftraten. Die geringste Neigung zu av-Blöcken konnten wir bei den Kindern mit kompl. oder inkompl. AV-Kanal beobachten: bei den Patienten

mit diesem Herzfehler sahen wir in keinem einzigen Fall eine Überleitungsstörung. Es ist möglich, daß diese Erscheinung durch den besonderen Verlauf des Reizleitungssystems beim AV-Kanal bedingt ist. Uns liegen keine entsprechenden Beobachtungen anderer Untersucher zu diesem Problem vor.

5. Lebensbedrohliche Herzrhythmusstörungen wie Vorhofflattern oder -flimmern (2 Fälle) und Kammerflattern oder -flimmern (ein Fall) sahen wir fast ausschließlich bei Kindern mit VSD.

6. Beziehungen zwischen dem Alter der untersuchten Kinder zum Zeitpunkt der Herzkatheteruntersuchung und dem Auftreten von Herzrhythmusstörungen.

Eine große Anzahl von Autoren haben Überlegungen darüber angestellt, ob das Risiko einer HKU bei Säuglingen erhöht ist. CAYLER et al., DOTTER et al., RUDOLPH, SCHWINGSHACKL et al., SONES, VESTERMARK und ZIEGLER et al. kamen auf Grund ihrer Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß Säuglinge gegenüber älteren Patienten während der Herzkatheteruntersuchung vermehrt Komplikationen aufwiesen. Vor allem erschien die Mortalität in dieser Altersgruppe eindrucksvoll erhöht, wie die Statistiken der Autoren BOPP et al., BRAUNWALD und SWAN, KROVETZ et al., RUDOLPH, THIBERT et al., SONES, VENABLES et al., VESTERMARK und ZIEGLER et al. beweisen. Komplikationen traten bei kleinen Kindern nach KROVETZ et al. hauptsächlich aus drei Gründen öfter auf:

1. wegen der geringen Größe und dünnen Wandung von Gefäßen und Herzhöhlen,
2. weil die zirkulierende Blutmenge viel geringer ist,
3. weil in diesem Alter hauptsächlich Kinder mit schweren angeborenen Herzfehlern, die schon durch Zyanose, Herzinsuffizienz und eine unphysiologische Hämodynamik schwer

in ihrem Allgemeinzustand beeinträchtigt sind, zur Katheterisierung kommen.

JEUNE et al., LURIE und GRAJO raten deshalb davon ab, Neugeborene einer solchen Untersuchung zu unterziehen, aber eine Katheterisierung ist besonders in diesem Alter unvermeidbar, da viele der betroffenen Kinder ohne Operation, für die aber eine gute Diagnostik mit Katheterisierung und Angiokardiographie unerlässlich ist, sterben würden (KROVETZ et al.).

In der vorliegenden Untersuchung haben wir uns nun mit der speziellen Frage befaßt, ob das Alter der untersuchten Patienten zum Zeitpunkt der HKU in einem Zusammenhang mit dem Auftreten von HRST steht. LANDTMANN und WICK beobachteten einen solchen Zusammenhang während ihrer Studien nicht, doch sahen andere Autoren wie BLACK et al., FREED et al., KEITH et al., MCINTOSH und STANGER et al. eine Häufung von HRST im Säuglingsalter (siehe unten).

Auf Grund unserer Untersuchungen konnten wir ebenfalls einige Beziehungen zwischen dem Alter der untersuchten Kinder und dem Auftreten von HRST feststellen (Abbildung 13). Die meisten HRST beobachteten wir während der HKU von 52 Säuglingen, die in einem Alter bis zu einem halben Jahr untersucht wurden: 14 Kinder (27 %) dieser Altersstufe zeigten Störungen des Herzrhythmus. Bemerkenswert ist, daß es sich hierbei hauptsächlich um schwere Störungen handelte wie Vorhofflattern (1 Kind), Kammerflattern oder -flimmern (2 Kinder) und AV-Überleitungsstörungen I^o, II^o, III^o. (4 Kinder). Am besten scheinen die Kinder im Alter zwischen einem halben und einem Jahr eine HKU zu tolerieren: in dieser Altersgruppe lag die Häufigkeit von HRST bei 18 % (von 28 Patienten zeigten 5 HRST), auch handelte es sich bei den registrierten Komplikationen um relativ leichte Störungen wie vorübergehende Kammertachykardien (2 Kinder), Sinusbradykardien (1 Kind) und Überlei-

lungsstörungen I^o und II^o (2 Kinder).

Eine geringe Anfälligkeit für HRST zeigten auch die Kinder im Alter von zwei bis sechs Jahren (bei 33 von 165 Patienten beobachteten wir HRST, das entspricht einer Häufigkeit von 19 %). Erst im höheren Alter scheint die Neigung zu HRST wieder zuzunehmen: 26 % (39 von 146 Patienten) der Patienten im Alter zwischen sieben und zehn Jahren und 25 % (23 von 91 Patienten) der Kinder im Alter von über zehn Jahren zeigten EKG-Veränderungen. Doch sahen wir bei den Kindern dieser Altersstufe vorwiegend ektopische Rhythmen und vorübergehende Sinusbradykardien, während wir HRST wie supraventrikuläre Tachykardien, Kammertachykardien und Überleitungsstörungen viel seltener beobachteten (14 % bzw. 16 % der betroffenen Kinder).

Über das Auftreten bestimmter HRST können wir im Folgenden nur einige Vermutungen äußern, da sich unsere Untersuchungsergebnisse nicht statistisch erfassen ließen, jedoch werden sie zum Teil auch von anderen Untersuchern bestätigt.

1. Supraventrikuläre Tachykardien konnten wir am häufigsten bei Säuglingen im Alter von unter einem Jahr (3 Patienten: 6 %), jedoch auch in allen anderen Altersgruppen feststellen. Ähnliche Beobachtungen machten auch STANGER et al. Hingegen scheint die Häufigkeit von Kammertachykardien mit steigendem Alter etwas zuzunehmen.
2. Es scheint, daß die Häufigkeit von Überleitungsstörungen mit zunehmendem Lebensalter der untersuchten Patienten abnimmt. Wir fanden bei zwei Säuglingen (4 %) in einem Alter von weniger als einem halben Jahr einen av-Block I^o oder II^o und bei weiteren zwei Kindern einen totalen av-Block. Zwei Säuglinge (7 %) im Alter von einem halben bis zu einem Jahr entwickelten während der Herzkatheterisierung einen av-Block I^o oder II^o. Bei älteren Kindern

war das Auftreten von Überleitungsstörungen weniger oft zu beobachten; nur drei von 91 Kindern (3 %), die über zehn Jahre alt waren, zeigten diese HRST.

Ähnliche Beobachtungen machten auch KEITH et al. (dieser Untersucher fand av-Blöcke bei Säuglingen fünfmal häufiger als bei älteren Kindern) und BLACK et al. (er beobachtete bei Säuglingen zehnmal häufiger einen av-Block). Diese Untersuchungsergebnisse lassen sich jedoch nur bedingt mit den unseren vergleichen, da beide Autoren den av-Block I° in ihre Studien nicht mit einschlossen. Die Beobachtung von FREED und ROSENTHAL, daß Säuglinge in einem Alter bis drei Monaten für einen totalen av-Block besonders anfällig sind, können wir im Rahmen dieser Untersuchung nicht bestätigen, da sehr wenige Kinder dieses Alters untersucht wurden. Wir fanden diese HRST lediglich bei zwei der 52 Kinder im Alter bis zu einem halben Jahr (1 Kind war 3 Monate, ein anderes 5 Monate alt), während es bei den übrigen Kindern, die über ein halbes Jahr alt waren, nur bei neun Patienten (2 %) zu einer av-Dissoziation kam.

3. MCINTOSH berichtete in seiner Studie über Herzkatheteruntersuchungen von 12 000 Kindern und Erwachsenen, daß Kammerflattern oder -flimmern bei Kindern bis zu einem Monat in 2,5 %, bei Säuglingen bis zu zwei Monaten in 3,2 % auftraten, während diese Komplikation bei älteren Patienten nur bei 0,1 bis 0,6 % der Fälle zu beobachten war.

Während der 482 HKU der vorliegenden Studie kam es in zwei Fällen zum Auftreten von Kammerflimmern: ein Kind war einen Monat alt, das andere vier Monate; beide verstarben wenige Tage nach der Untersuchung an ihrem schweren Herzfehler. Auf Grund dieser Beobachtung können wir auch ver-

muten, daß Kammerflattern oder -flimmern bevorzugt bei kleineren Kindern auftritt.

4. Vorhofflattern oder -flimmern sahen wir bei einem Kind im Alter von $1\frac{1}{2}$ Monaten, während das zweite Kind sechs Jahre alt war. Damit ergibt sich für diese Herzrhythmusstörung in dieser Untersuchung keine Beziehung zum Alter der untersuchten Patienten.

7. Beziehung zwischen Katheterstärke und Auftreten von Herzrhythmusstörungen.

SCHWEIZER, VESTERMARK und WICK berichteten, daß sie keinen Zusammenhang zwischen der Stärke des bei der Herzkatheterisierung benutzten Katheters und dem Auftreten von Herzrhythmusstörungen beobachten konnten. Die Verwendung eines steiferen Katheters scheint sich ebenfalls nicht auf das Auftreten von atrioventrikulären Überleitungsstörungen auszuwirken, wie FREED und ROSENTHAL während ihrer Untersuchungen feststellten. Im Rahmen der vorliegenden Studie können wir diese Untersuchungsergebnisse bestätigen : 69 (26 %) der 271 Kinder, die mit dem stärkeren Katheter von 6 Ch. untersucht worden waren und 44 (22 %) der 196 Kinder, bei denen ein Katheter von 5 Ch. verwendet worden war, wiesen HRST auf. Eine gewisse Ähnlichkeit mit den Ergebnissen unserer Untersuchungen über die Beziehung zwischen dem Auftreten von Herzrhythmusstörungen und dem Alter der Kinder fällt uns jedoch auf: Kammertachykardien (21 Patienten), ektopische Rhythmen (15 Patienten) und Sinusbradykardien (8 Patienten) sahen wir häufiger bei Kindern, die mit einem Katheter von 6 Ch. untersucht worden waren, während Vorhofflattern oder -flimmern (2 Patienten), Kammerflattern oder -flimmern (2 Patienten) und supra-ventrikuläre Tachykardien (8 Patienten) häufiger bei Kindern

auftraten, bei denen ein Katheter von 5 Ch. verwendet wurde. Diese Beobachtung läßt sich durch die Tatsache bekräftigen, daß bei Säuglingen und Kleinkindern immer der dünnere Katheter benutzt wurde. Somit erscheint uns das beobachtete Auftreten von Herzrhythmusstörungen letztlich in einer Beziehung zum Alter des untersuchten Kindes zu stehen.

8. Beziehung zwischen Auftreten von Herzrhythmusstörungen und der Erfahrung des Untersuchers

Es ist nahezu selbstverständlich, wie auch VENABLES in seiner Studie über Herzkatheteruntersuchungen betont, daß die Erfahrung des Untersuchers und sein Geschick, den Katheter in die Herzhöhlen und in die großen Gefäße vorzuschieben, die Häufigkeit von HRST und anderer Komplikationen beeinflusst. An der Universitäts-Kinderklinik in Erlangen ist es allgemein üblich, daß bei Kindern, bei denen man schon vor der HKU einen schweren angeborenen Herzfehler vermutet, meist der in einer solchen Untersuchung Erfahrenste die Katheterisierung übernimmt. Gerade diese Kinder sind jedoch für HRST am anfälligsten, so daß ein gering erhöhtes Vorkommen von Störungen bei diesen Untersuchern zu verzeichnen ist. Die in unserer Untersuchung gewonnen Ergebnisse sind aus diesem Grund statistisch nicht auszuwerten. Wir konnten lediglich beobachten, daß während Herzkatheterisierungen, die von ungeübten Untersuchern vorgenommen worden waren, relativ oft (6 von 42 Kindern) hämodynamisch schwerwiegende atrioventrikuläre Überleitungsstörungen auftraten, obwohl es sich bei den untersuchten Kindern meist um Patienten mit relativ leichten Herzfehlern handelte.

9. Beziehungen zwischen dem Auftreten von Herzrhythmusstörungen und dem Schweregrad des Herzfehlers

Einige Autoren wie BLACK et al., KJELLBERG et al., SCHWINGS-HACKL und HAMMERER, STAMPBACH berichteten in ihren Untersuchungen, daß der Grad des Herzfehlers, die Schwere der Erkrankung und der Allgemeinzustand des Patienten für die Häufigkeit von Komplikationen während der HKU von entscheidender Bedeutung sind. Im Rahmen unserer Studie versuchten wir, eine Beziehung zwischen dem Schweregrad des vorliegenden Herzfehlers und dem Auftreten von HRST aufzufinden. Bei der Frage, wie man das Ausmaß eines angeborenen Herzfehlers objektivieren könnte, entschieden wir uns für zwei Gesichtspunkte, die die Hämodynamik der dieser Studie zugrunde liegenden Vitien am besten wiedergeben:

- a.) die Größe des Links-Rechts-Shunt
- b.) die Druckbelastung des rechten Ventrikels

ad a.)

Hinsichtlich der Frage, ob die Größe des Shunt einen Einfluß auf die Häufigkeit von Herzrhythmusstörungen hat, konnten wir jedoch feststellen, daß beim Vorliegen eines großen Shunt HRST nur geringfügig häufiger auftraten (Abbildung 14). Bei den 63 Kindern ohne hämodynamisch wirksamen Herzfehler fanden wir bei 22 % (14 Kinder) HRST, den gleichen Prozentsatz (22 %: 41 Kinder) fanden wir bei den 189 Kindern mit nur geringem Shunt von unter 30 % des Kleinkreislaufvolumens. Etwas höher liegt mit 24 % (36 Kinder) der Prozentsatz an Rhythmusstörungen bei den 152 Patienten mit einem mittleren Shunt von 31 bis 60 %, während wir bei 65 Kindern mit einem Shunt von über 60 % des Kleinkreislaufvolumens, in 26 % (16 Kinder) HRST beobachteten.

Abb.14: Herzrhythmusstörungen bei verschieden großem
Links-Rechts-Shunt (Shunt dargelegt in % des
Kleinkreislaufvolumens)

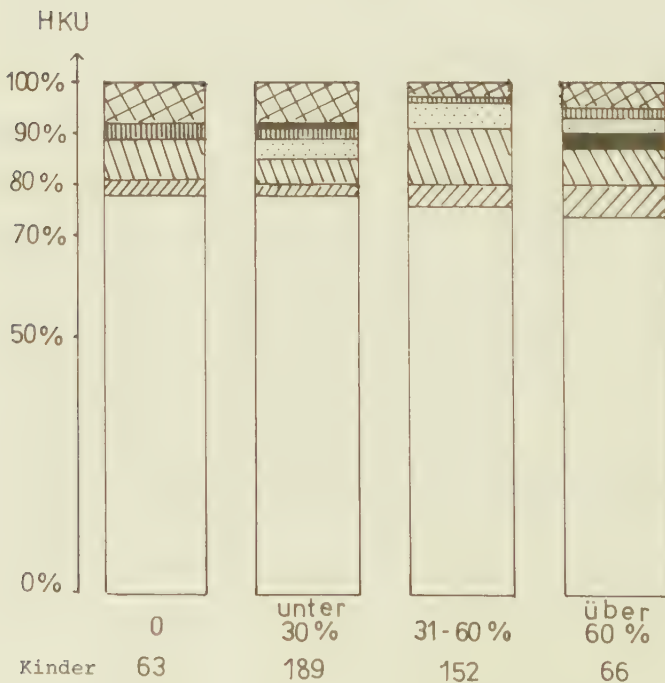
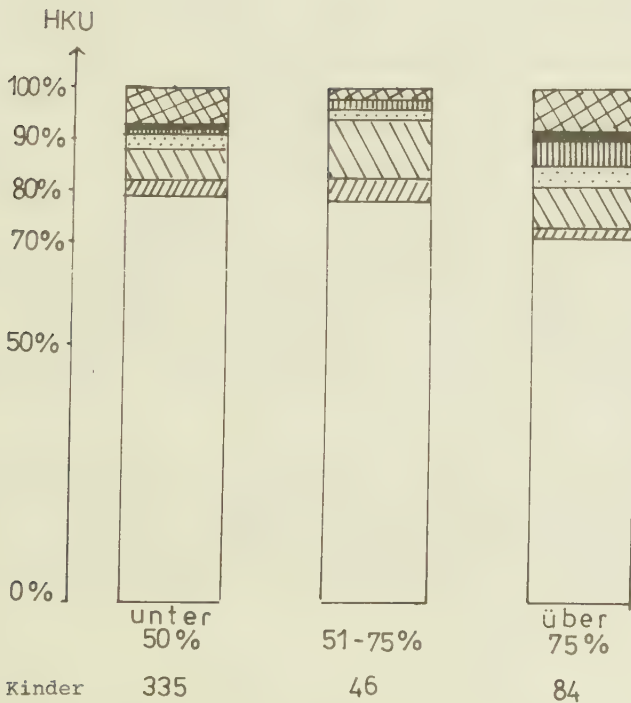
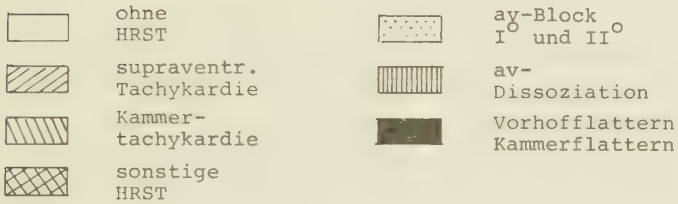


Abb. 15: Herzrhythmusstörungen bei verschiedener
Druckbelastung des rechten Ventrikels.
Druckbelastung des rechten Ventrikels darge-
stellt in Prozent des Druckes im linken Ventrikel.



Über das Auftreten bestimmter Herzrhythmusstörungen beim Vorliegen unterschiedlicher Volumenbelastungen konnten wir folgende Beobachtungen machen:

1. Ektopische Rhythmen und Sinusbradykardien traten bei den Kindern ohne oder mit nur geringem Shunt mit 8 % öfter auf als bei Kindern mit größerem Shunt (3 bis 5 %).
2. Beim Vorliegen einer größeren Volumenbelastung der rechten Herzkammer scheinen supraventrikuläre Tachykardien häufiger aufzutreten (4 % bei Kindern mit einem Shunt zwischen 31 und 60 %; 6 % bei Kindern mit einem Shunt von über 60 % des Kleinkreislaufvolumens) als beim Vorliegen eines nur geringen Shunt (2 %).
3. Schwere Herzrhythmusstörungen wie Vorhofflattern oder -flimmern und Kammerflattern oder -flimmern beobachteten wir bei Kindern mit geringem Shunt ebenso oft wie bei Kindern mit einer großen Volumenbelastung. Die Gefahr dieser Komplikation scheint damit nicht durch das Vorliegen eines hämodynamisch bedeutenden Kurzschlusses zwischen dem kleinen und dem großen Kreislauf gefördert zu werden.
4. Das Auftreten von Kammertachykardien sahen wir nicht durch die Größe der Shuntverbindung beeinflusst; ebenfalls konnten wir keinen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von atrioventrikulären Überleitungsstörungen oder deren Schweregrad und der Größe des Links-Rechts-Shunt beobachten, da selbst bei Kindern ohne nachweisbaren arteriovenösen Kurzschluß relativ oft av-Dissoziationen auftraten (Kasuistik, Beispiel 2: L. Stefan).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß das Ausmaß der Volumenbelastung keinen statistisch faßbaren Einfluß auf die Entstehung von Herzrhythmusstörungen auszuüben scheint.

ad b.)

BETHRONG et al., CALDINI et al., CUTLER et al. und SCHAFER et al. beobachteten bei ihren Untersuchungen über Komplikationen der HKU, daß beim Vorliegen einer primären pulmonalen Hypertension das Risiko dieser diagnostischen Maßnahme erhöht ist. TUUTERI et al. berichtete über zwei Kinder mit pulmonaler Hypertension, STAMPBACH über ein Kind; diese Kinder entwickelten während der Katheteruntersuchung Kammerflattern oder -flimmern. Beide Autoren kamen deshalb auf die Vermutung, daß Patienten mit einer Druckerhöhung im kleinen Kreislauf zu dieser HRST neigen. WENNEVOLD et al. und WICK sprachen sich jedoch auf Grund eigener Untersuchungen gegen einen solchen Zusammenhang aus.

In der vorliegenden Studie untersuchten wir nicht wie die oben genannten Autoren die Häufigkeit von HRST beim Vorliegen einer pulmonalen Hypertonie, sondern wir bestimmten als Kriterium die Druckbelastung des rechten Ventrikels.

Unsere Untersuchungsergebnisse zeigen (Abbildung 15), daß Kinder mit einer hohen Druckbelastung der rechten Herzkammer mehr zu HRST neigen. Wir beobachteten HRST bei 70 (21 %) der 335 Kinder, die einen Druck im rechten Ventrikel von unter 50 %, und bei 10 (22 %) der 46 Kinder, die einen Druck zwischen 51 und 75 % des Druckes im linken Ventrikel aufwiesen. Hingegen kam es bei den 84 Kindern, bei denen wir einen Druck im rechten Ventrikel von über 75 % des Druckes im linken Ventrikel feststellten, in 24 Fällen (29 %) zum Auftreten von HRST.

Eine Beziehung zwischen dem Auftreten bestimmter HRST und dem Ausmaß der Druckerhöhung in der rechten Herzkammer, können wir auf Grund von zwei Beobachtungen vermuten:

1. Beide Kinder, die während der HKU Kammerflattern und/oder -flimmern entwickelten, wiesen einen exzessiv hohen Druck

im rechten Ventrikel auf (Kasuistik, 3. Beispiel: K. Markus). Da bei den Herzfehlern dieser Kinder gleichzeitig mit der Druckerhöhung im rechten Herzen eine Druckerhöhung im kleinen Kreislauf auftrat, können wir die Vermutungen von TUUTERI et al. und STAMPBACH (siehe S. 53) bestätigen.

2. Wir sahen, daß Kinder mit einer größeren Druckerhöhung in der rechten Herzkammer während der HKU atrioventrikuläre Überleitungsstörungen, insbesondere einen totalen av-Block häufiger zeigten als Kinder mit normalen oder leicht erhöhten Druckverhältnissen. Dies führt uns zur Annahme, daß das Vorliegen einer Druckerhöhung die Entstehung von av-Blöcken begünstigt (Kasuistik, Beispiel 4: Sch. Tanja).

B. Diskussion der Angiokardiographien

10. Komplikationen bei Angiokardiographien

Bei der Durchsicht der Angiokardiogramme (AKG) unseres Krankengutes aus den Jahren 1971 bis 1973 sahen wir häufig HRST. In 72 % der 696 AKG traten ventrikuläre Extrasystolen auf, 5 % der AKG wiesen gehäufte Extrasystolen auf, davon waren zwei Drittel Kammertachykardien. Wir sahen sehr selten Überleitungsstörungen und supraventrikuläre Extrasystolen. Auch die Verbreiterung des Kammerkomplexes durch intraventrikuläre Reizleitungsstörungen war ausgesprochen selten. So trat in sieben Fällen eine QRS-Verbreiterung bei Kontrastmittelinjektion in den rechten Ventrikel und in einem Fall bei Injektion in den linken Ventrikel auf. Einen av-Block I^o sahen wir nur während einer AKG in den rechten Ventrikel; während je einer Kontrastmittelinjektion (KMI) in den linken Ventrikel wurden supraventrikuläre Extrasystolen, Bigeminus und eine av-Dissoziation beobachtet.

Nur wenige Autoren berichten über EKG-Veränderungen auf Grund von KMI. HILBISH et al. beobachtete während 250 selektiver Angiokardiographien (Kinder und Erwachsene) bei den meisten Patienten HRST in Form von ventrikulären Extrasystolen, eine Erfahrung, die mit unseren Beobachtungen übereinstimmt. Weiter sah er vereinzelt supraventrikuläre Extrasystolen, Vorhofflimmern und Schenkelblöcke. Kammertachykardien sind nach NOACK und KECK die häufigsten schweren Veränderungen im Elektrokardiogramm während der KMI. Auch wir konnten diese Komplikationen in 22 AKG (3 %) finden. Supraventrikuläre Tachykardien, wie BOPP et al. sie nach Injektion in die rechten Herzhöhlen sah, beobachteten wir nicht. Ebenfalls kam es bei unseren Patienten während der Angiokardiographien nicht zum Auftreten von Kammerflattern oder Kammerflimmern. Allerdings umfaßt diese Studie nur Kinder ohne Herzfehler und Kinder mit nicht obligat zyanotischen Herzfehlern, die sich größtenteils in gutem Allgemeinzustand befanden, während die Patienten mit diesen HRST, von denen BAYER und LOOGEN, BOPP et al., BEUREN, HILBISH et al., SMITH und BJÖRK und TUUTERI et al. berichteten, an schweren Herzfehlern litten.

Während der Injektion kann es in einzelnen Fällen durch den Preßstrahl des Kontrastmittels zur Perforation der Herzwand- besonders bei Vorschädigung des Myokards- mit folgender Asystolie und Herztamponade kommen, wie BAYER und LOOGEN, DOPPMANN et al., DOW et al., ESCHER et al., HAGEN et al., HILBISH et al., KEATES et al., LEVIN et al., LURIE et al. und POCKOCK et al. ausführlich berichteten. Etwas häufiger wurde eine partielle Injektion von Kontrastmittel in das Myokard beschrieben; besonders häufig trat diese Komplikation bei Verwendung von Kathetern mit endständiger Öffnung auf. In den meisten Fällen verlief die intramurale Kontrastmittelinjektion ohne schwere Folgeerscheinungen (BAGGER et al., BJÖRK et al., CHENG, HILBISH et al., LEHMAN et al., STRAUBE et al., SONES und WESSEL-HOEFT et al.), ja CHENG vermutete sogar, daß viele Fälle un-

erkannt bleiben. Bei einigen Patienten kam es nach der Injektion zum Kreislaufkollaps, Tachykardie und Extrasystolien (BAYER und LOOGEN), weiter wurden reversibles Kammerflimmern (WESSELHOEFT et al.), Schenkelblockbilder (BAYER und LOOGEN), ST-Veränderungen (BAYER und LOOGEN, SONES) und regelrechte Infarktbilder (NOACK, KECK und WESSELHOEFT et al.) beobachtet. Über Todesfälle nach intramuraler Injektion berichteten neben WESSELHOEFT et al. auch die Autoren CHENG, BJÖRK et al., LEHMAN et al. und STRAUBE et al.

Während der 696 AKG der vorliegenden Untersuchung sahen wir vier röntgenologisch nachgewiesene intramurale Kontrastmitteldépôts. Die intramurale Injektion verlief bei allen Kindern ohne schwerwiegende Folgen (siehe unten), so daß die HKU ohne weitere Komplikationen fortgesetzt werden konnte. Perforationen der Herzwand während der AKG erlebten wir nicht.

11. Mortalität auf Grund der Angiokardiographien

Die Mortalität während oder kurz nach der AKG wurde von vielen Autoren statistisch erfaßt; die Angaben schwanken zwischen 0,3 und 4 %. Im Jahre 1950 fassten DOTTER und JACKSON die Statistiken von 182 Krankenhäusern verschiedener Länder zusammen und errechneten eine Mortalität von 0,34 %. BAGGER et al. beschrieben 1957 neun Todesfälle (0,4 %), während 2 451 AKG, KJELLBERG et al. im Jahre 1959 sechs Todesfälle (0,8 %) während 728 Kontrastmittelinjektionen. GROSSE-BROCKHOFF (1960) beobachtete nur einen tödlichen Zwischenfall bei 2 000 AKG.

Während der AKG bei Kindern der vorliegenden Untersuchung kam es zu keinem Todesfall. Bei den 459 Patienten mit komplexen Herzfehlbildungen, die ebenfalls in den Jahren 1971 bis 1973 an unserer Klinik untersucht wurden, verlief während 600 AKG nur eine KMI tödlich (SCHIFFELHOLZ). Damit ergibt sich eine

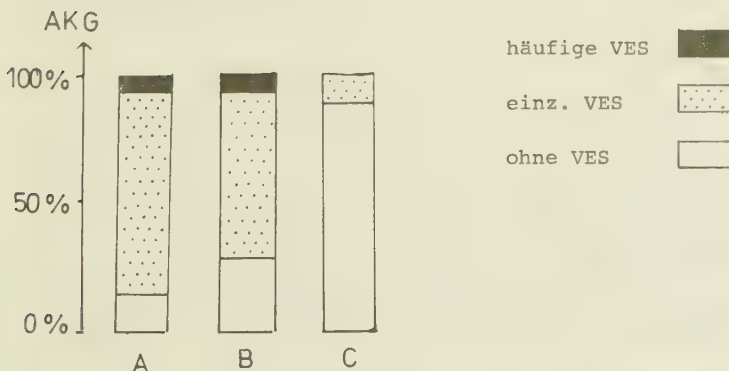
Gesamtmortalität in dem genannten Zeitraum von 0,08 %.

12. Beziehung zwischen Ort der Kontrastmittelinjektion und Herzrhythmusstörungen

Der Zweck unserer Untersuchungen war es, einen etwaigen Zusammenhang zwischen dem Ort der Injektion oder der Injektionstechnik mit dem Auftreten von Herzrhythmusstörungen, insbesondere von ventrikuläre Extrasystolen, aufzufinden.

Zunächst untersuchten wir die Frage, ob bei einer bestimmten Katheterlage im Herzen vermehrt ventrikuläre Extrasystolen auftraten. Dabei fanden wir, daß es bei der Injektion von Kontrastmittel in den linken Vorhof in keinem Fall, bei Injektion in den rechten ebenso wie in den linken Ventrikel nur in 5 % der AKG zum Auftreten von gehäuften ventrikulären Extrasystolen kam. Ohne ventrikuläre Extrasystolen verliefen 15 % der AKG in den rechten Ventrikel, 28 % der AKG in den linken Ventrikel und 89 % der KMI in den linken Vorhof. (Abbildung 16).

Abb. 16: Häufigkeit von ventrikulären Extrasystolen (VES) bei Injektion in den rechten Ventrikel (A), in den linken Ventrikel (B) und in den linken Vorhof (C).



Diese Ergebnisse bestätigen die Beobachtungen anderer Autoren: SWAN, HILBISH et al., daß schwere HRST wie Extrasystolen und Kammertachykardien während der KMI insgesamt selten sind. Die Lage des Katheters scheint keinen wesentlichen Einfluß darauf auszuüben; die Angiokardiographien in den rechten und in den linken Ventrikel zeigen etwa die gleiche Häufigkeit dieser HRST.

Dagegen scheint die Lage des Katheters während der KMI für die Auslösung vereinzelter ventrikulärer Extrasystolen bedeutsam zu sein. So werden durch die Injektion in den linken Vorhof nur sehr selten ventrikuläre Extrasystolen ausgelöst. Wesentlich häufiger sahen wir vereinzelte Extrasystolen bei Angiokardiographien in die Ventrikel: bei 67 % der KMI in den linken Ventrikel und bei 80 % der Injektionen in den rechten Ventrikel. Dies unterstreicht die bereits während unserer Untersuchungen über die Häufigkeit von HRST bei der Sondierung der einzelnen Herzabschnitte gewonnenen Erkenntnisse, daß der rechte Ventrikel durch mechanischen Reiz wesentlich irritable ist als der linke Ventrikel. Eine vergrößerte Irritabilität der rechten Herzkammer, der Trikuspidalklappe und des Infundibulums beobachteten auch BEUREN, DEXTER et al., GOLDMAN et al., CARLOTTI et al., LANDTMANN, MICHEL et al., RUDOLPH, SCHWEIZER, STAMPBACH, VESTERMARK und WICK.

Das seltene Auftreten von ventrikulären Extrasystolen bei der KMI in den linken Vorhof läßt die Vermutung zu, daß nicht die Füllung einer Herzhöhle mit hypertonem Kontrastmittel zur Auslösung von Extrasystolen führt, sondern der mechanische Reiz des durch die Injektion hin- und herbewegten Katheters.

13. Beziehung zwischen Technik der Kontrastmittelinjektion und Herzrhythmusstörungen

Bis zum Jahre 1959 wurden sämtliche Angiokardiographien mit kontinuierlicher Injektion des Kontrastmittels durchgeführt.

Eine herzphasengesteuerte Kontrastmittelinjektion wurde erstmals von HETTLER im Jahre 1959/60 und von OLIN 1963 beschrieben: hier handelte es sich vor allem um die Steuerung des Injektionsbeginns. Erst im Jahre 1965 führte SCHAD die intermittierende, phasengesteuerte KMI endgültig ein.

Nach SCHAD überwindet die intermittierende KMI insbesondere drei Nachteile der kontinuierlichen KMI:

1. bei intermittierender KMI benötigt man weniger Kontrastmittelvolumina: die Patienten werden weniger belastet und mehr Angiokardiographien werden ermöglicht,
2. die Gefahr der Injektion in die Herzwand wird bei der herzphasengesteuerten KMI verringert, da nur während der Diastole injiziert wird,
3. die Hämodynamik des Herzens wird durch die intermittierende KMI weniger gestört, da nicht während der Entleerungsphase des Herzens injiziert wird.

Im Rahmen unserer Untersuchungen ergaben sich zwei Fragestellungen:

1. Häufigkeit intramuraler Kontrastmittelinjektionen während intermittierender und kontinuierlicher Injektionstechnik,
2. Einfluß der Injektionstechnik auf die Häufigkeit von Herzrhythmusstörungen.

ad 1.

Zunächst untersuchten wir die Frage, ob die intermittierende Injektionstechnik die Zahl der intramuralen Kontrastmittelinjektionen verringert. Wir fanden während 696 AKG (davon wurden 206 intermittierend und 490 kontinuierlich injiziert) vier Fälle von Injektionen ins Myokard. Bei drei Kindern erfolgte die intramurale KMI kontinuierlich: hier traten nur vereinzelte ventrikuläre Extrasystolen auf, da nur ein geringer Teil des

Kontrastmittels intramural injiziert wurde. In keinem Fall kam es zu einer ST-Anhebung mit monophasischer Umformung des Kammerkomplexes.

Die intramurale Kontrastmittelinjektion erfolgte beim vierten Kind bei intermittierender Injektionstechnik. Es handelte sich um einen elf Jahre alten Jungen, bei dem ein großer VSD mit EISENMENGER-Physiologie und ein ASD festgestellt wurden. Während der KMI traten ein Bündelstammrhythmus mit Verbreiterung der Kammerkomplexe und Negativierung der T-Welle auf, daran anschließend bestand kurzfristig ein Bigeminus. Zehn Minuten nach erfolgter intramuraler KMI hatte sich das Elektrokardiogramm wieder normalisiert.

Das Vorkommen einer intramuralen KMI trotz intermittierender Injektionstechnik zeigt, daß auch dieses Verfahren keinen absoluten Schutz vor dieser gefürchteten Komplikation bietet und daß ein sorgfältiges Einlegen des Katheters in die entsprechende Herzhöhle unerläßlich ist. Allerdings haben wir die bei großer intramuraler KMI typischen monophasischen Kammerkomplexumformungen mit ST-Anhebung in diesem Falle nicht beobachten können. Auch besteht die Gefahr größerer Gewebszerreißen bei der intermittierenden Injektionstechnik nicht, da die intramural injizierte Kontrastmittelmenge bei dieser Technik sicher geringer ist als bei der kontinuierlichen.

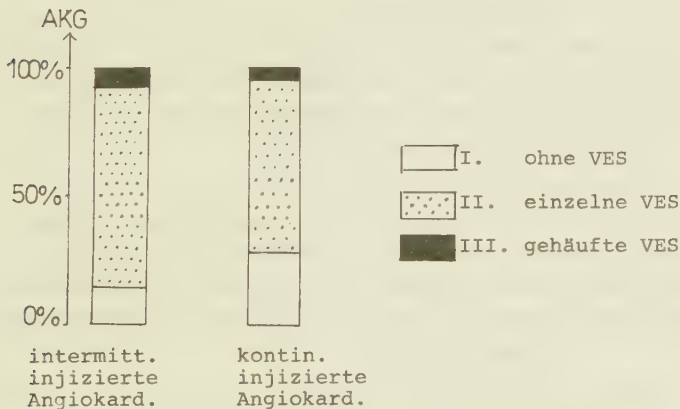
ad 2.

Nun untersuchten wir die Frage, ob die Technik der KMI einen Einfluß auf die Entstehung ventrikulärer Extrasystolen und Kammertachykardien ausübt.

Während 206 herzphasengesteuerter AKG traten in sechs Fällen Kammertachykardien und in sechs weiteren Fällen Extrasystolien

(durchschnittlich mindestens jede zweite Aktion der registrierten Herzaktionen war eine ventrikuläre Extrasystole) auf; damit sahen wir bei sechs Prozent der intermittierend erfolgten KMI gehäufte ventrikuläre Extrasystolen. Im Verlaufe von 490 kontinuierlich injizierten AKG kam es in 16 Fällen zu Kammertachykardien und nur bei fünf Injektionen zu Extrasystolien; dies entspricht einem Prozentsatz von 4 %. In 14 % der AKG mit intermittierender und in 27 % der AKG mit kontinuierlicher Injektionstechnik traten überhaupt keine ventrikulären Extrasystolen auf (Abbildung 17).

Abb. 17: Häufigkeit von ventrikulären Extrasystolen bei intermittierender und kontinuierlicher Injektionstechnik



Damit scheint das Auftreten von HRST während der AKG von der Technik der Kontrastmittelinjektion beeinflusst zu werden. Es fällt auf, daß während der herzphasengesteuerten KMI öfter vereinzelte ventrikuläre Extrasystolen als bei der kontinuierlichen Injektionstechnik entstanden. Auch ist die Zahl der gehäuften Extrasystolen bei den intermittierend injizierten Angiokardiographien erhöht.

Das größere Vorkommen von HRST während der herzphasengesteuerten Angiokardiographien läßt sich dadurch erklären, daß das Myokard während der intermittierenden KMI durch die Katheterspitze bei jedem Kontrastmittelstoß erneut irritiert wird und mit ventrikulären Extrasystolen darauf reagiert. Unserer Meinung nach ist das Auftreten von HRST nur durch die mechanische Irritation bedingt und wahrscheinlich nicht, wie ZINN et al. berichteten, durch eine erhöhte Permeabilität der Herz- und Gefäßwände während und nach der Injektion von Kontrastmittel, wodurch das Myokard und ektopische Foci irritiert würden.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Es wird über Herzrhythmusstörungen berichtet, die bei 482 Herzkatheteruntersuchungen mit Angiokardiographien bei 419 Kindern mit einem ASD, VSD, PDA, kompl. oder inkompl. av-Kanal oder part. Lungenvenentransposition und bei 63 Kindern ohne nachweisbarem Vitium auftraten.

Als häufigste HRST traten ventrikuläre Extrasystolen auf (bei über 80 % der Kinder). Seltener beobachteten wir supra-ventrikuläre Tachykardie, Vorhofflattern oder -flimmern, Kammer-tachykardie, Kammerflattern oder -flimmern, Coronarsinusrhythmus, Knotenrhythmus, absolute Arrhythmie, Sinusbradykardie und av-Überleitungsstörungen.

Die Häufigkeit von HRST und ihre Auslösung werden besprochen; es fiel auf, daß die mechanische Irritation einzelner Regionen bestimmte HRST hervorrufen kann.

Es werden Zusammenhänge zwischen dem Auftreten von HRST und der Art des Herzfehlers, dem Alter des Patienten, der Erfahrung des Untersuchers, der Katheterstärke und dem Schweregrad des Vitiums diskutiert und es wird festgestellt, daß das

Alter des Patienten und die bei der Katheterisierung zu klärende Angiokardiopathie von wesentlicher Bedeutung sind.

Die während der Angiokardiographie aufgetretenen HRST werden besprochen und Zusammenhänge zwischen dem Ort und der Technik der Kontrastmittelinjektion diskutiert.

Es wird von vier beobachteten intramuralen Kontrastmittelinjektionen berichtet und über deren Folgeerscheinungen.

VI. LITERATURVERZEICHNIS

Bagger, M. et al.

On Methods and Complications in Catheterization
of Heart and Large Vessels, with and without Con-
trast Injection.

Am. Heart J. 54, 766 (1957).

Bayer, O., Loogen, F., Wolter, H.

Der Herzkatheterismus bei angeborenen und erworbenen
Herzfehlern.

Stuttgart: Thieme 1967.

Beuren, A.J.

Die angiocardiographische Darstellung kongenitaler
Herzfehler.

Berlin: Walter de Gruyter 1966.

Bethrong, M., Cochran, T.H.

Pathological Findings in Nine Children with "Primary"
Pulmonary Hypertension.

Bull. J. Hopkins Hosp. 97, 69 (1955).

Björk, V.O., Cullhed, I., Hallen, A., Lodin, H., Malers, E.

Sequelae of Left Ventricular Puncture with Angio-
cardiography.

Circul. 24, 204 (1961).

Black, I., Moore, D., Cortes, S., Lambert, E.C.

Atrioventricular Block as a Complication of Cardiac
Catheterization in Infants and Children.

J. Peds. 69, 364 (1966).

Blalock, A., Taussig, H.B.

The Surgical Treatment of Malformations of the Heart
in which there is Pulmonary Stenosis or Pulmonary
Atresia.

J.A.M.A. 128, 189 (1945).

- Bopp, P., Fournet, P.C., Haenni, B. Vallet, R.
Risques et complications du cathétérisme et de
l'angiocardigraphie.
Schw. med. Wschr. 102, 1497 (1972).
- Braunwald, E., Swan, H.
Cooperative Study on Cardiac Catheterization.
Circul. 37, III-1 (1968).
- Brockenbrough, E.C., Braunwald, E., Ross, J.
Transseptal Left Heart Catheterization. A Review
of 450 Studies and Description of an Improved
Technic.
Circul. 25, 15 (1962).
- Caldini, P., Gensini, G.G., Hoffmann, M.S.
Primary Pulmonal Hypertension with Death during
Right Heart Catheterization.
Am. J. cardiol. 4, 519 (1959).
- Carlotti, J., Ioannides, P., Birnbaum, S., Sicot, J.-R.
A propos des perturbations electrocardiographiques
au cours du cathétérisme intracardiaque.
Arch. Mal Coeur 47, 833 (1954).
- Castellanos, A., Pereiras, R., Garcia, A.
La angiocardigrafia radio-opaca.
Arch. Soc. clin. Habana 31, 523 (1937).
- Cope, C.
Technique for Transseptal Catheterization of the
Left Atrium. Preliminary Report.
J. Thorac. Surg. 37, 482 (1959).
- Cayler, G.G., Taybi, H., Richardson, W.R., Williams, G.R.,
Campbell, B.S., Tassopoulos, N.
The New Approach to the Management of Congenital
Heart Disease in Infants.
Am. Practit. 13, 442 (1962).

Chavez, I., Dorbecker, N., Celis, A.

Direct Intracardiac Angiocardiography, its Diagnostic Value.

Am. Heart J. 33, 560 (1947).

Cheng, T.O.

Myocardial infarction Following Transmural Extravasation of Contrast Medium during Left Ventricular Cineangiography.

Circul. 28, 105 (1967).

Cooley, D.A., Berman, S., Santibanez-Woolrich, F.A.

Surgery in the Newborn for Congenital Cardiovascular lesions: Report of 400 Consecutive Operations.

J.A.M.A. 182, 912 (1962).

Cournand, A., Bing, R.J., Dexter, L., Dotter, C.T., Katz, L.N., Warren, J.V., Wood, E.H.

Report of Committee on Cardiac Catheterization and Angiocardiography of the American Heart Association.

Circul. 7, 769 (1953).

Cournand, A., Ranges, H.A.

Catheterization of the Right Auricle in Man.

Proc. Soc. Exper. Biol. and Med. 46, 462 (1941).

Cournand, A.J., Baldwin, J.S., Himmelstein, A.

Cardiac Catheterization in Congenital Heart Disease.

New York: Commonwealth Fund (1949).

Crafoord, C., Nylin, G.

Congenital Coarctation of the Aorta and its Surgical Treatment.

J. Thorac. Surg. 14, 347 (1945).

- Cutler, J.G., Nadas, A.S., Goodale, W.T., Hickler, R.B.
Rudolph, A.M.
Pulmonary Arterial Hypertension with Markedly Increased Pulmonary Resistance.
Am. J. Med. 17, 485 (1954).
- Dailey, F.H., Genovese, P.D., Behnke, R.H.
Patent Ductus Arteriosus with Reversal of Flow in Adults.
Ann. intern. Med. 56, 865 (1962).
- De Léon, J.P., Oliveira, E.A., Gomez, A.R., Alvarez, V.R.
Incidencia de las arritmias durante el cateterismo cardiaco.
Arch. Inst. Card. Mexico 29, 599 (1959).
- Dexter, L., Haynes, F.W., Burwell, C.S., Eppinger, E.C.,
Seibel, R.E., Evans, J.M.
Studies on Congenital Heart Disease: I. Technique of Venous Catheterization as a Diagnostic Procedure.
J. Clin. Invest. 26, 547 (1947).
- Doppman, J.L., Shapiro, R., Wilson, G.L., Mattie, L.R., Carter, M.G.
Perforation of the Right Ventricle during Selective Angiocardiography.
J. Thorac. cardiov. Surg. 39, 500 (1960).
- Dotter, C.T., Jackson, F.S.
Death Following Angiocardiography.
Radiol. 54, 527 (1950).
- Dow, J. Taylor, D.G.
Angiocardiographic Technique in Intracardiac Shunts.
Brit. J. Radiol. 35, 241 (1962).

Ekström, G.

The Surgical Treatment of Patent Ductus Arteriosus.
A Clinical Study of 290 Cases.

Acta chir. scand. Suppl. 169, 439 (1952).

Episcopo, V.

Observations on Arrhythmias during Catheterization
of the Heart in Man.

Acta Cardiol. 7, 594 (1952).

Escher, D.J., Shapiro, J.H., Rubinstein, B.M., Hurwitt, E.S.,
Schwartz, S.P.

Perforation of the Heart during Cardiac Catheteri-
zation and Selective Angiocardiology.

Circul. 18, 418 (1958).

Forssmann, W.

Über die Kontrastdarstellung der Höhlen des lebenden
rechten Herzens und der Lungenschlagader.

Münch. med. Wochenschrift 1, 489 (1931).

Fraser, R.S., Macaulay, W.D., Rossall, R.E.

Arrhythmias Induced during Intracardiac Catheteri-
zation.

Am. Heart J. 64, 439 (1962).

Freed, M.D. Rosenthal, A.

Complete Heart Block after Cardiac Catheterization:
a Rare Complication.

Peds. 51, 935 (1973).

Gasul, B.M., Weiss, H., Fell, E.H., Dillon, R.F., Fisher,
D.L., Marienfeld, C.J.

Angiocardiology in Congenital Heart Disease
Correlated with Clinical and Autopsy Findings.

Amer. J. Dis. Child. 85, 404 (1953).

- Goldman, F.R., Blount, S.G., Friedlich, A.L., Bing, R.J.
Electrocardiographic Observations during Cardiac
Catheterization.
Bull. J. Hopkins Hosp. 86, 141 (1950).
- Gross, R.E.
Technical Considerations in Surgical Therapy for
Coarctation of the Aorta.
Surgery 20, 1 (1946).
- Gross, R.E., Hubaard, J.P.
Surgical Ligation of a Patent Ductus Arteriosus.
J. Amer. med. Ass. 112, 729 (1939).
- Grosse-Brockhoff, F.
Rhythmusstörungen im Gefolge von Herzkatheterisierung
und Herzoperationen und ihre Bedeutung.
Vortrag Dtsch. Ges. Inn. Med., Wiesbaden (1959).
- Hagan, A., Trone, J.N.
Ventricular Septal Perforation Following Left Ventri-
cular Angiocardiography.
Am. J. Cardiol. 22, 885 (1968).
- Hettler, M.G.
Angiocardiographische Probleme und Möglichkeiten.
III. Die herzphasengesteuerte Angiographie als Grund-
lage einer exakten morphologischen und funktionellen
Gefäßdiagnostik.
Fortschr. Röntgenstr. 92, 420 (1960).
- Hilbisch, T.F., Herdt, J.R.I.
Complications of Selective Angiocardiography
Rad. 75, 197 (1960).
- Innocenti, P., Cinotti, G., Torreggiani, G.
Cateterismo cardiaco destro ed alterazioni del ritmo.
G. Clin. med. 42, 746 (1961).

- Jeune, M., Thibert, M., Raynaud, P., Nouaille, J.
Cathéterisme cardiaque du nourisson. Considérations
sur les résultats et les indications.
Arch. franc. Pediat. 17, 222 (1960).
- Johnson, A.L., Woolin, D.G., Ross, J.B.
Heart Catheterization in the Investigation of Con-
genital Heart Disease.
Cand. M.A. J. 56, 249 (1947).
- Jönsson, G., Broden, B., Karnell, J.
Selective Angiocardiography.
Acta radiol. 32, 486 (1949).
- Keates, P.G., Wagner, G.R.
Perforation of the Heart during Cardiac Catheteri-
zation and Selective Angiocardiography.
Circul. 28, 585 (1963).
- Keck, E.W., Brode, P., Bruns, H.A., Marscsek, Z., Passarge, E.
Pädiatrische Kardiologie. Herzkrankheiten im Säug-
lings- und Kindesalter.
München: Urban & Schwarzenberg (1972).
- Keith, J.D., Rowe, R.D., Vlad, P.
Heart Disease in Infancy and Childhood.
New York: Macmillan Comp. (1966).
- Kjellberg, S.R., Mannheimer, E., Ruhde, U., Johnson, B.
Diagnosis of Congenital Heart Disease.
Chicago: Year Book Publishers, Inc., (1955).
- Krovetz, L.J., Shanklin, D.R., Schiebler, G.L.
Serious and Fatal Complications of Catheterization
and Angiocardiography in Infants and Children.
Am. Heart. J. 76, 39 (1968).

Landtmann, B.

Mechanically Induced Disturbances in the Heart Action.
Observations Made on Heart Catheterizations of 142
Children.

Acta paediat. (Upps.) 39, 1 (1950).

Lehman, J.S.

Cardiac Ventriculography: Practical Considerations.
Progr. Cardiovasc. Dis. 2, 52 (1959).

Levin, A.R., Spach, M.S., Anderson, P.A.W., Capp, M.P.

Cardiac Perforation Following Left Ventricular Angio-
cardiography.

Circul. 32, 593 (1965).

Lillehei, C.W.

Controlled Cross Circulation for Direct Vision Intra-
cardiac Surgery: Correction of Ventricular Septal De-
fects, av-Communis and Tetralogy of Fallot.

Postgrad. Med. 17, 388 (1955).

Lurie, P.R., Grajo, M.Z.

Accidental Cardiac Puncture during Right Heart
Catheterization.

Peds. 29, 283 (1962).

Mannheimer, E., Landtmann, B., Melin, R.A.

Les complications de l'angiocardiographie et du
cathéterisme cardiaque.

Cardiol. (Basel) 19, 337 (1951).

McIntosh, H.D.

Arrhythmias. Coop. Study on Cardiac Catheterization.
Suppl. III to Circul. 37, 38 (1968).

Michel, J. et al.

Arrhythmias during Intracardiac Catheterization.

Circul. 2, 240 (1950).

- Michel, D., Bock, K., Hartleb, D., Herbst, M.
Elektrokardiologische Beobachtungen bei 300 Herzkatheterismen.
Arch. Kreislaufforschg. 26, 112 (1959).
- Nadas, A.S., Fyler, D.C.
Pediatric Cardiology.
Philadelphia and London: W.B. Saunders (1973).
- Noack, B., Keck, E.W.
Kontrastmitteldepots und EKG-Veränderungen bei Angiokardiographien.
Fortschr. Röntgenstr. 119, 151 (1973).
- Nuvoli, J.
Arteriografia dell' aorta toracica mediante punctura dell' aorta accedente o del ventriculos.
Policlinico 43, 227 (1936).
- Olin, T.
Studies in Angiographic Technique.
Stockholm: Hakan Ohlssons Boktryckerei Lund (1963).
- Pocock, W., Barlow, J.B., Berizoni, A.
Perforation of the Heart during Angiocardiography.
Am. J. Cardiol. 27, 819 (1971).
- Pondsdomenech, E.R., Nunez, V.B.
Heart Puncture in Man for Diodrast Visualization of the Ventricular Chambers and Great Arteries. Its experimental and Anatomico-physiological Bases and Technique.
Am. Heart. J. 41, 643 (1951).
- Porstmann, W., Geissler, W.
Die retrograde Katheterisierung des linken Ventrikels von der Arteria femoralis und der Arteria carotis communis dextra: Zwei sich ergänzende Methoden, ihre Indikationen und Ergebnisse.
Fortschr. Röntgenstr. 91, 14 (1959).

- Ravin, A., Dressler, S., Bronfin, G., Hurst, A.
Cardiac Arrhythmias Produced during Right Heart
Catheterization.
Ann. intern. Med. 33, 174 (1950).
- Rousthöi, P.
Angiocardiographie. Vorläufige Mitteilungen.
Acta radiol. (Stockholm) 14, 419 (1933).
- Rudolph, A.M., Cayler, G.G.
Cardiac Catheterization in Infants and Children.
Pediat. Clin. N. Amer. 5, 907 (1958).
- Rudolph, A.M.
Complications Occuring in Infants and Children.
Suppl. III to Circul. 37, 38 (1968).
- Sachs, L.
Statistische Auswertungsmethoden.
Berlin: Springer (1972).
- Scébat, I., Renais, J., Meeus-Bithe, J., Lenègre, J.
Accidents, Indications et contreindications du
cathéterisme des cavités droites du coeur.
Arch. Mal Coeur 50, 943 (1957).
- Schad, N.J.
Die intermittierende Kontrastmittelinjektion in das
Herz.
Stuttgart: Thieme (1967).
- Schafer, H., Blain, J.M., Ceballos, R., Bing, R.J.
Essential Pulmonary Hypertension: A Report of Clinical
Physiology Studies in Three Patients with Death Follow-
ing Catheterization of the Heart.
Ann. Int. Med. 44, 505 (1956).

Schiffelholz, W.

Das Risiko der Herzkatheteruntersuchungen von Kindern mit komplexen angeborenen Herzfehlern unter besonderer Berücksichtigung der Herzrhythmusstörungen.
Diss. 1976 , Erlangen.

Schweizer, W.

Electrocardiographic Observations in 300 Cardiac Catheterizations.
Arch. Kreislaufforschg. 26, 1 (1957).

Schwingshackl, A., Hammerer, I.

Zur Problematik der präoperativen Diagnostik kongen. Vitien bei Neugeborenen und Säuglingen.
Päd. und Pädiol. 8, 336 (1973).

Sicard, J.A., Forestier, G.

Injections intravasculaires d'huile iodée sous contrôle radiologique.
Compt. rend. Soc. biol. 88, 1200 (1923).

Sones, F.M.

1. Heart Catheterization in Infancy.
Peds. 16, 544 (1955).
2. Cine-cardio-angiography.
Pediat. Clin. N. Amer. 5, 945 (1958).

Stampbach, O.

Katheterisierung des Herzens.
In: Hdb. d. Kinderheilk. Hrsg. O. Opitz, F. Schmid.
Heidelberg: Springer (1966).

Stanger, P., Heymann, M.A., Tarnoff, H., Hoffman, J.I.E., Rudolph, A.

Complications of Cardiac Catheterization of Neonates Infants and Children. A Three-Year Study.
Circul. 50, 595 (1974).

- Straube, K.R., Dotter, C.T., O'Dell, J.
Death Following Selective Right Ventricular Angiocardiography.
Radiol. 80, 616 (1963).
- Stuckey, D.
The Pattern of Congenital Heart Disease in Infancy and Childhood.
Med. J. Aust. 2, 433 (1954).
- Taylor, H.K., McGovern, T.
Angiocardiography: Anatomy of the Heart in Health and Disease.
Radiology 43, 364 (1944).
- Thibert, M., Jeune, M., Nouaille, J.
Cathétérisme par voie droite chez le nourrisson.
Arch. Mal Coeur 58, 1761 (1965).
- Tuuteri, C.L., Wallgreen, I., Mäkinen, J.
Major Complications of Cardiac Catheterization and Angiocardiography.
Ann. Paediat. Fenn. 13, 104 (1967).
- Venables, A.W., Hiller, H.G.
Complications of Cardiac Investigation.
Brit. Heart J. 25, 334 (1963).
- Westermarck, S.
Cardiac Angiocardiography and Catheterization in Infants. An Assessment of the Risk, Based on 711 cases.
Cardiol. (Basel) 45, 91 (1964).
- Warburg, E.
Clinical Statistics of Congenital Cardiac Disease.
Acta med. Scand. 151, 209 (1959).

Wennevold, A., Christiansen, I., Lindeneg, O.

Complications in 4413 Catheterizations of the Right Side of the Heart.

Am. Heart J. 69, 173 (1965).

Wesselhoeft, H., Keutel, J., Spelger, G., Schmidt, B.,

Pommer, U., Beuren, A.J.

Das Risiko der Herzkatheterisierung und Angiokardiographie im ersten Lebensjahr.

Z. Kardiol. 64, 93 (1975).

Wick, E.

EKG-Veränderungen bei der Herzkatheterisation.

Zschr. Kreislaufforschg. 49, 309 (1960).

Wilder, R.J., Moscowitz, A., Rovitsch, M.M.

Roentgen Contrast Diagnosis of Experimental Mitral and Aortic Insufficiency in Dogs by Transventricular Injection and Retrograde Catheterization.

J. Thorac. Surg. (St. Louis) 33, 147 (1957).

Wood, D.H.

Disease of the Heart and Circulation.

London: Eyre and Spottiswoode (1958).

Ziegler, R.F.

Clinical Cardiac Catheterization in Infants and Children.

Pediat. Clin. NorthAm. 1, 93 (1954).

Zimdahl, W.T.

Disorders of the Cardiovascular System Occurring with Catheterization of the Right Side of the Heart.

Am. Heart J. 41, 204 (1951).

Zinn, W.J., Levinson, D.C., Johns, V.J., Griffith, G.C.

Effect of Angiocardiology on Heart as Measured by Electrocardiographic Alterations.

Circul. 3, 658 (1951).

LEBENS LAUF

Am 7. Juli 1951 wurde ich, Ellen Linda Ritzmann, als Tochter des Physikers Dr. phil. Joachim Ritzmann und seiner Ehefrau Gertrude, geb. Buschke in Erlangen geboren.

Schul Ausbildung:

1957 - 1961	Volksschule Erlangen
1961 - 1970	Neusprachliches Marie-Therese-Gymnasium Erlangen
1970 im Juni	Abitur

Studium:

14.10.1970	Erstimmatrikulation an der Universität Erlangen-Nürnberg
02.8.1971	Naturwissenschaftliche Vorprüfung
17.4.1973	Ärztliche Vorprüfung
04.8.1976	Ärztliche Prüfung

Erlangen, im August 1976

Ellen Linda Ritzmann

Copy-Center 2000

852 ERLANGEN · Obere Karlstr. 30
Tel. 09131-26197